

Coupechoun

1904



Digitized by the Internet Archive
in 2026

L'EAU D'ALIMENTATION

A NEVERS

ÉTUDE CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

THÈSE

*Présentée et publiquement soutenue à l'Ecole supérieure de Pharmacie
de Montpellier*

le juillet 1904

Pour obtenir le titre de Docteur de l'Université de Montpellier
(Pharmacie)



PAR

A. COUPECHOUX

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE

ANCIEN INTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS

EX-CHIMISTE EXPERT ET INSPECTEUR AU LABORATOIRE MUNICIPAL DE PARIS

JURY : } MM. JADIN, *Professeur, Président.*
IMBERT, *Professeur.*
GAUCHER, *Agrégé.*

MONTPELLIER

IMPRIMERIE SERRE ET ROUMÉGOUX, RUE VIEILLE-INTENDANCE

1904

L'EAU D'ALIMENTATION

A NEVERS

ÉTUDE CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

INTRODUCTION

Les anciens cherchaient déjà à se rendre compte du degré de potabilité des eaux, et, par le seul moyen de l'examen physique, ils arrivaient à des déductions sur leur valeur dont la justesse nous étonne.

C'est ainsi que Palladius (1), au IV^e siècle de notre ère, écrit dans son traité De l'Agriculture (livre I^{er}, paragraphe IV) : «Voici comment on reconnaît que l'eau est salubre. Il faut »d'abord qu'elle ne provienne pas d'étangs, ni de marais, et »qu'elle ne prenne pas sa source dans des mines, mais qu'elle »soit transparente et ne soit imprégnée d'aucun goût, ni d'aucune odeur ; qu'elle ne dépose point de limon, et qu'elle puisse

(1) F. Jadin — Précis d'hydrologie et de minéralogie, p. 187 (Storck et Cie, éditeurs, à Lyon).

»tempérer le froid par sa tiédeur et calmer le feu de l'été par
»sa fraîcheur. Mais comme il arrive souvent que la nature,
»dont les opérations sont toujours secrètes, cache dans les
»éléments les qualités pernicieuses sous les plus belles appa-
»rences, nous jugerons encore de la qualité de l'eau par la
»santé des habitants, en examinant si ceux qui en boivent ont
»la gorge libre, s'ils ont la tête saine et si chez eux les affec-
»tions pulmonaires ou gastriques sont rares ou fréquentes. Il
»faut encore examiner si le ventre, les entrailles, les flancs ou
»les reins n'éprouvent point de douleurs ou de gonflement, et
»si la vessie n'est point sujette à quelque accident».

Mais c'est de nos jours que la question de l'eau a pris toute son importance ; on peut dire que son étude forme la base de l'hygiène.

On attribue une origine hydrique à de fort nombreuses affections.

La fièvre typhoïde, la dysenterie, les diarrhées, le choléra paraissent dus à des microorganismes vivant dans les eaux ; les bacilles de la tuberculose, de la diphtérie, du tétanos, du charbon peuvent accidentellement s'y rencontrer.

Fréquemment, des parasites animaux en font leur habitat : anguillules, douve hépatique, oxyures, ankylostôme duodénal, etc.

Selon certains auteurs, l'eau recèlerait le germe de la malaria et du goitre ; enfin, elle introduirait dans l'économie les organismes, les «levures», qui seraient la cause déterminante des maladies cancéreuses.

Peut-être convient-il de faire, dans cet effrayant tableau, la part bien naturelle d'une exagération de l'esprit. C'est ainsi que, tout récemment, on a démontré le rôle des insectes dans la propagation de certaines maladies épidémiques, rôle qui, jusqu'à ce moment, était mis à l'actif de l'eau. Néanmoins, les dangers que les eaux impures font courir à la santé publique ne sont que trop réels et des plus faciles d'ail-

leurs à mettre en évidence. Les exemples suivants (1) ont été cités à la Tribune du Sénat, lors d'une récente interpellation sur l'état sanitaire de l'armée (2).

La discussion porta sur l'origine hydrique de la fièvre typhoïde ; des faits et des arguments, il résulta que la morbidité dans les garnisons s'exagérait d'une façon notable chaque fois que la qualité de l'eau laissait à désirer.

Ainsi, à *Montargis*, une épidémie se déclare exclusivement chez les sous-officiers buvant de l'eau d'un puits infecté par une fosse d'aisances.

A *Bayonne*, la fièvre typhoïde frappe exclusivement les sous-officiers qui avaient mangé de la salade lavée dans de l'eau chargée de matières de vidange.

A *Fontainebleau*, la maladie atteint seulement encore les sous-officiers buvant à la cantine du lait frauduleusement coupé avec de l'eau d'un puits où l'on trouve le bacille d'Eberth.

A *Saint-Cyr*, une épidémie éclate brusquement parmi les élèves de l'École militaire. Or, en inspectant les conduites, on trouva qu'une charrette portant un tonneau de vidange avait contaminé l'eau en déversant une partie de son contenu au-dessus d'un regard brisé. Un lavage énergique des tuyaux et l'emploi de filtres pendant quelques jours arrêterent rapidement l'épidémie.

Besançon possède une caserne alimentée par deux sources : la source d'Aglon et la fontaine d'Arcier. La partie alimentée par la source d'Aglon n'a pas eu un seul cas de fièvre typhoïde ; l'autre, au contraire, a présenté une foule de malades. Les eaux

(1) F. Baucher, pharmacien principal de la marine en retraite : Analyse chimique et bactériologique des Eaux potables et minérales. (Vigot frères, éditeurs, 23, place de l'École-de-Médecine, Paris, 1904).

(2) Voir *Journal Officiel* des 6, 7, 11, 13 et 15 mars 1903.

de la fontaine d'Arcier sont examinées et on les trouve souillées. On s'aperçoit alors que c'est une source vaclusienne, dont l'origine véritable se trouve fort loin au niveau du village de Nancre, où brusquement le ruisseau disparaît pour venir sourdre à quelques kilomètres par une véritable fontaine. On apprend que les habitants de cette commune ont été frappés par la fièvre typhoïde et que les linges des malades ont été lavés dans le ruisseau. La cause même de l'épidémie est donc démontrée : la contamination de la source d'Arcier avait amené cette éclosion de fièvre typhoïde.

Dans le même ordre d'idées, on peut ranger l'aggravation de l'état sanitaire qui survient à *Paris*, en été, chaque fois que l'eau de source vient à manquer et qu'on se trouve dans l'obligation de lui mélanger de l'eau de rivière.

Les huîtres et les moules qui ont séjourné dans les eaux souillées par les eaux des égouts, en s'y chargeant de bacilles très virulents, peuvent également causer de graves accidents.

Les légumes arrosés par des dilutions d'engrais humain sont également très suspects.

Les poussières des terrains où l'on a pratiqué l'épandage peuvent aussi contaminer les eaux du voisinage ou même donner directement la fièvre typhoïde, comme cela est arrivé à un escadron de cavalerie qui venait de manœuvrer sur un champ engraisé précédemment par des matières fécales (1).

(1) Ces dernières d'ailleurs sont loin de constituer l'agent unique ni même probablement le plus actif de la dissémination des germes typhiques. Le bacille d'Eberth a été retrouvé dans les érachats, la sueur et les urines des dothiériennes : il semble même que le danger le plus fréquent vient de la contamination par les urines des linges, bains, etc. La durée de la bactériurie est extrêmement variable : on a retrouvé le *Bacillus typhi* six semaines et même plusieurs mois après l'apyrexie. Cette donnée semble comporter des conséquences majeures au point de vue prophylactique et pathogénique de la dothiériente, principalement pour notre but particulier qui est la protection des eaux d'alimentation. — D'après M. le Dr Munch. — *Semaine médicale* (mars-avril 1904).

Enfin, une autre démonstration nous est fournie par l'amélioration de l'état sanitaire de l'armée à la suite de l'emploi des bougies filtrantes. On compte encore en France, en Algérie et en Tunisie, 87 garnisons alimentées en eaux douteuses, mais épurées par ce procédé. Les garnisons cependant sont toujours plus éprouvées que la population civile, et le jeune soldat, pour des causes bien connues, reste, comme on l'a dit avec raison : « le réactif fidèle de l'insalubrité des villes où il séjourne » (1).

Pour *Nevers*, nous trouvons les exemples suivants dans les *Rapports du Conseil d'hygiène* de 1870 à 1900 inclus ; nous résumons brièvement :

En 1871, épidémie. (Rapport du 25 juillet 1871).

Les années suivantes, épidémies rares et de peu d'importance. (Rapport du 20 juillet 1875).

De 1880 à 1882, la fièvre typhoïde sévit à l'état endémique, principalement dans le quartier de la Grippe. On incrimine l'insalubrité du ruisseau de l'Épéron (1880), du ruisseau de la Passière (Rapport du 12 juin 1882), de la rivière de Nièvre (1883, p. 76).

En 1885, quelques cas de fièvre adynamique se manifestent dans les rues qu'elle avait visitées les années précédentes. « On dirait, ajoute le rapporteur, feu le distingué D^r Fichot, médecin en chef des épidémies, on dirait que les germes de cette affection peuvent rester dans certaines maisons et attendent une occasion favorable pour se développer. J'ai connu, route de Fourchambault, au lieu dit le Grand Do-main, une maison dans laquelle chaque nouvelle famille qui venait l'habiter payait un tribut à la fièvre typhoïde ».

(1) M. P. Baucher. — Les Eaux potables.

La même année, épidémie à *Fourchambault*, « où la fièvre » typhoïde sévit presque continuellement ». (D^r Fichot).

En 1887 et 1889, la fièvre épargne Nevers, mais fait de nombreux ravages à *Moulins-Engilbert* et à *Varzy* (150 cas, 20 décès).

En 1890, rapport de M. le major du régiment sur des cas de fièvre typhoïde qui se sont produits *au 13^e de ligne* : ils sont imputables aux eaux du puits d'un établissement proche de la caserne : au Zanzibar. Neuf hommes furent atteints. Trois puits de la caserne, à l'eau desquels on attribuait des cas de typhoïde, pour la deuxième fois en quelques années, furent condamnés et le Conseil d'hygiène émit un vœu tendant à la suppression de tous les puits de ce quartier et à la création de bornes-fontaines.

La même année, la terrible fièvre éclate soudainement en hiver. Au 3 décembre, on compte 32 cas environ : 9 enfants, 8 jeunes filles, 3 femmes, 12 hommes, suivis de 8 décès (2 enfants, 2 jeunes filles, 1 femme, 1 civil et 2 militaires). L'eau de Nièvre fut accusée d'avoir engendré cette épidémie. (Rapport de M. le D^r Fichot, 11 décembre 1890).

En 1891, une épidémie se déclare rue Charles-Roy et rue de la Sangsue (aujourd'hui du D^r-Roche). Le rapporteur cite le fait suivant : dans la même maison, une femme et deux enfants sont atteints. En les soignant, une voisine contracte la maladie ; elle habite le N^o 19. Au N^o 13, un père et ses deux enfants tombent malades à leur tour. Le 19 et le 13 ont un puits commun peu éloigné d'une fosse d'aisances.

« Dans ma longue pratique, ajoute M. le D^r Fichot, j'ai remarqué qu'à Nevers la fièvre typhoïde ne régnait pas souvent sous forme d'épidémie, mais malheureusement cette maladie y existe à l'état sporadique. Je partage l'avis d'Arnould de Hisle lorsqu'il dit :

» 1^o Les cas sporadiques de fièvre typhoïde sont graves ;

»2° Ils entretiennent et ravivent les germes typhogènes et peuvent se transformer en épidémies ;

»3° On peut juger de l'assainissement d'une ville à la fréquence et à la persistance des cas sporadiques».

L'année suivante, nous trouvons trois rapports de M. Fichot sur les épidémies régnant à *Vauzelles* (commune de Varennes-lès-Nevers), à *Mauvron* (commune de Poiseux) et aux *Montapins*, à Nevers (août 1892). La maladie débute au sommet de la montagne (cote 240 mètres) et s'est propagée en la descendant : cas nombreux.

En 1895, en décembre, nouvelle épidémie, à peu près dans le même quartier (rues du Châtaignier, du Donjon, des Murgers, route de Fourchambault). Le rapporteur insiste sur la nécessité de procéder à l'analyse bactériologique des puits de ce quartier (caserne). Rapport de M. le Dr David, médecin des épidémies, 5 décembre 1895).

Un dernier exemple, une nouvelle preuve, toute d'actualité, nous sera fournie par l'état sanitaire du 1^{er} régiment d'artillerie de *Dijon* (fin mai 1904).

A la date du 1^{er} avril de cette année, les artilleurs reçoivent à leur disposition l'eau nouvellement captée de la source du Morcuil ; de nombreux cas de fièvre typhoïde ne tardent pas à se manifester. Une enquête est ouverte et démontre que le captage est défectueux et permet des infiltrations de l'Ouche. De plus, le réservoir n'est pas couvert. Les tuyaux de canalisation ont été exposés pendant longtemps aux germes pathogènes de l'air et du sol, sur les quais d'arrivée, le long des routes et dans les tranchées, avant d'être posés et réunis par des scellements étanches ; de même le réservoir établi au bas de Tallant a été fortement souillé pendant les travaux ; enfin l'eau a été livrée à la consommation de façon trop hâtive avant que d'abondants lavages, chassant les matières étrangères et

les souillures diverses, eussent mis les conduites dans un état de propreté rigoureux.

Ces exemples, que nous avons bornés à la propagation de la fièvre typhoïde et que nous aurions pu multiplier, montrent combien est facile et fréquente la contamination de l'eau par les germes pathogènes.

Il a paru intéressant de rechercher, le contagement microbien une fois établi, quelle pouvait être la durée de nocivité et de vie des divers microorganismes. Elle semble des plus variables. Karlinski, d'après ses expériences instituées à Insprück en 1889, indique un maximum de douze jours. Ces résultats ont été confirmés par Kräuss, de Munich (1). A. Dubarry a cessé de retrouver les bacilles ajoutés à des eaux de fontaine ou de fleuve stérilisées à partir du 19^{me} jour pour certaines espèces ; par contre, il a retrouvé le *Bacillus anthracis* jusqu'au 131^e jour. Dans les mêmes eaux, non stérilisées, les bacillesensemencés disparaissent de façon beaucoup plus rapide : le spirille du choléra ne se retrouve plus après 24 heures et le *Bacillus anthracis* à partir du 4^e jour.

Malgré leur grand intérêt, ces expériences semblent à d'aucuns présenter un caractère un peu factice : les conditions artificielles réalisées par le chimiste dans son laboratoire sont-elles rigoureusement identiques ou même simplement analogues à celles de la nature ?

Dans la nature, l'eau se purifie spontanément par des moyens physico-chimiques d'une infinie variété et agissant à la fois : le dépôt des particules en suspension, les infiltrations au travers des masses poreuses, l'action des végétaux, l'agitation même des molécules qui renouvelle la masse liquide et expose chacune de ses parties aux influences naturelles de chaleur,

(1) F. Jadin. — Hydrologie et minéralogie, page 497.

de lumière, d'électricité, tout est mis en œuvre et tout concourt à la dépuratlon finale. En même temps et par suite de la concurrence vitale, toutes les bactéries se développent et travaillent pour leur propre compte ; les espèces banales, plus nombreuses, se multiplient et augmentent plus vite, étouffant et tuant sans aucun doute les espèces pathogènes.

Les microorganismes, pris dans leur universalité et sans exception, sont les agents indispensables et probablement les plus actifs de l'épuration des eaux.

Le travail des microbes, même « *les plus mal odorants* », est, avant tout, un travail de transformation et par suite de purification. Dans un milieu aqueux, contaminé par une matière organique, nulle précipitation chimique, nulle filtration poreuse, pour si parfaite qu'on l'obtienne, ne vaudra l'invasion microbienne. Filtrée et décantée, l'eau conserve, sinon la totalité, du moins la majeure partie de sa matière organique ; elle demeure exposée à recevoir et à nourrir des germes nouveaux, peut-être nocifs.

Mais que des espèces banales aient librement pullulé dans cette eau, elle constituera un milieu impropre à toute implantation nouvelle.

Travaillée par la collaboration de quelques générations de ferments, la matière organique a été brûlée, oxydée et a pris des formes plus simples : l'azote, que nous nommons albuminoïde, a disparu ; l'azote ammoniacal a augmenté. Que les ferments nitreux et nitriques entrent en jeu à leur tour, et cet azote ammoniacal lui-même fera place à un groupement azoté oxygéné ; il sera plus ou moins complètement remplacé par l'azote nitreux ou nitrique, terme ultime de transformation des matériaux azotés.

L'eau peut nourrir les diatomées, les algues vertes, les végétaux microscopiques qui semblent avoir la faculté de

créer leur matière vivante aux dépens de l'acide carbonique de l'air, de l'ammoniaque ou des nitrates.

L'eau est alors pure et salubre.

Cette épuration, l'homme a cherché à la réaliser à son profit ou à hâter son évolution en copiant aussi fidèlement que possible les procédés naturels.

L'épuration physique (1) des eaux s'obtient par l'emploi des filtres de sable (Londres, Berlin, Hambourg, banlieue parisienne et Paris), les puits à fond filtrant établis dans le lit même des fleuves : Nevers, Nantes (puits Lefort), les filtres Chamberland pour l'épuration domestique, les bougies filtrantes et la stérilisation par la chaleur.

Le principe de l'épuration chimique repose sur une oxydation et une précipitation successive par les substances les plus diverses : sulfate d'alumine, fer métallique, protoxydes, permanganates, composés oxygénés du chlore : il se produit un véritable phénomène de collage.

La stérilisation par l'ozone, employée à Cosne-sur-Loire (Nièvre) et à Lille, constitue un progrès hygiénique très remarquable. Les microorganismes sont tués à l'état végétatif et à l'état de spores ; la matière organique est brûlée. Du moins on a pu constater une absence de culture dans les ensemencements effectués avec l'eau au sortir des appareils ozonisateurs ; mais la même eau, recueillie dans des flacons stérilisés, abandonnés pendant quatre jours à la température du laboratoire, n'était plus du tout stérile. Il y aurait donc simplement une action paralysante momentanée et non une destruction complète. Peut-être arriverait-on à des résultats

(1) Revue générale des Sciences pures et appliquées. F. Diénert, chef du Service local de surveillance des sources de la ville de Paris : l'Alimentation des villes en eau potable. Octobre 1903.

entièrement satisfaisants et à la perfection absolue en poussant plus loin l'ozonisation (1).

De quels moyens l'hygiéniste dispose-t-il pour apprécier la qualité d'une eau potable?

L'analyse chimique peut-elle suffire? La bactériologie fournit-elle des indications plus sûres?

Reconnaissons de suite que si on a pu se croire, avec cette dernière science, en possession d'un moyen d'investigation élégant et rigoureux, d'un critérium absolu, la délicatesse même de cette méthode analytique a donné des mécomptes; elle est aujourd'hui très discutée.

M. Duclaux, le regretté directeur de l'Institut Pasteur à Paris, affirme qu'on peut porter un jugement assuré sur la valeur d'une eau et faire la preuve de sa contamination avec les seules ressources de la chimie, d'après les proportions de chlore et de calcium, la quantité d'acide nitrique et de matière organique, la présence de l'acide phosphorique; qu'il faut admettre en conséquence la prépondérance des déterminations chimiques sur les conclusions bactériologiques (2).

D'autres savants, à la vérité, enseignent que l'analyse chimique doit être considérée comme l'auxiliaire et en quelque sorte le corollaire de l'examen bactériologique.

Grammatici certant et adhuc sub judice lis est.

(HORACE. — Art poétique).

C'est qu'en réalité la bactériologie de l'eau reste encore obscure, malgré les patientes recherches de nombreux expérimentateurs et que les difficultés à vaincre sont ici d'un genre tout particulier.

Les espèces pathogènes se modifient très rapidement; elles perdent leur virulence et passent à l'état de saprophytes. Au

(1) Expériences de M. F. Baucher, loc. cit., p. 328.

(2) Duclaux. — Comptes rendus. Académie des Sciences.

contraire, plusieurs espèces banales isolées dans les eaux ont morphologiquement et même biologiquement beaucoup de points communs avec les espèces ordinairement suspectes.

Même cette distinction en espèces banales et en espèces pathogènes paraît arbitraire à nombre de bons esprits : « tout » semble indiquer que tous les germes contenus dans les eaux » peuvent devenir dangereux, lorsqu'ils se trouvent en contact » avec des produits d'origine animale et qu'ils restent en général inoffensifs aussi longtemps que le milieu aqueux ne » contient pas ou du moins qu'il ne contient plus que des » traces anciennes de ces mêmes matières organiques » (1).

Sans prendre parti, nous estimons que deux méthodes analytiques doivent se compléter.

Nous allons plus loin entreprendre l'étude, au double point de vue chimique et bactériologique, des eaux qui alimentent la ville de Nevers :

1° Nous ferons, en premier lieu, l'historique des différentes phases de l'établissement des eaux telles qu'elles existent aujourd'hui dans notre ville ;

2° Nous donnerons un aperçu de la constitution géologique du bassin où les sources prennent naissance ;

3° Nous exposerons sommairement les procédés que nous avons employés pour nos recherches ;

4° Nous donnerons le résumé de nos analyses et des analyses antérieures qui ont été faites sur le même sujet ;

5° De l'ensemble de nos tableaux d'analyses, nous déduirons les conclusions que cet examen nous aura pu suggérer.

Mais avant d'entrer dans le détail de ces recherches, qu'il nous soit permis de remercier M. le professeur JADIN : c'est à sa bienveillance que nous devons le sujet de cette thèse et

(1) M. F. Baucher. — *Opus citatum*.

d'avoir pu entreprendre et mener à bonne fin un travail que nous rendaient matériellement difficile et l'éloignement d'un centre scientifique et les soins de notre pharmacie à Nevers.

Nous prions M. le professeur H. IMBERT d'agréer l'expression de notre reconnaissance. Qu'il nous permette de rappeler combien le souvenir du séjour des siens dans la Nièvre et de leur bienveillance est resté vivace dans l'esprit de ceux qui ont pu les connaître et les aimer.

Nous adressons aussi l'expression de notre gratitude à M. le professeur agrégé GAUCHER pour le bienveillant intérêt qu'il a daigné nous accorder et dont nous lui sommes profondément reconnaissant.

HISTORIQUE DE L'ÉTABLISSEMENT DES EAUX A NEVERS

NEVERS, malgré sa position sur la rive droite de la Loire, au confluent de la Nièvre, à la jonction du canal latéral, irrigué par les ruisseaux de la Passière et de l'Éperon, malgré toutes ses richesses hydrologiques, Nevers n'avait, au début et jusqu'au premier tiers du siècle dernier, qu'une alimentation des plus défectueuses en eau potable. Trois fontaines et une douzaine de puits étaient les seules ressources d'une ville alors de quinze mille habitants.

En 1828, le maire, M. le vicomte de Bouillé, conçut le dessein de puiser dans la Loire même l'eau nécessaire aux besoins de la population. Le projet adopté devait assurer un débit journalier de 600.000 litres. Il consistait à construire sur la Levée de Médine (rive droite de la Loire) (1) un puisard alimenté par un aqueduc de 4 m. 50, dont le radier devait être placé au niveau des eaux les plus basses, puis à refouler l'eau ainsi obtenue dans un réservoir ou château d'eau établi dans les jardins de la Madeleine (2).

Commencés en 1832, les travaux ne furent terminés qu'en 1834. Les résultats obtenus étaient peu satisfaisants. L'hospice et la caserne (3) étaient seuls desservis et, avec eux,

(1) Proche du pont dit : « Pont Mal Placé ».

(2) Emplacement actuel de l'hôtel de ville.

(3) Emplacement de la gendarmerie actuelle.

quelques établissements situés sur le parcours des tuyaux de conduite : il n'existait aucune borne-fontaine.

La distribution fut complétée en 1842 par la création de divers branchements sur le réseau initial et par l'établissement de 20 bornes-fontaines.

Cet état de choses rudimentaire devait durer jusqu'en 1859. Et pourtant que d'inconvénients dans un tel système d'alimentation ! Ils tenaient d'une part au procédé d'épuration des eaux, de l'autre à l'emplacement de la prise d'eau qui était mal choisi ; elle était, en effet, située au-dessous de l'endroit où on lave habituellement le linge des habitants, à 300 mètres en aval d'un bateau-lavoir et contiguë à un banc de sable qui la séparait si complètement du lit du fleuve qu'on était obligé de pratiquer à grands frais, au moment des basses eaux, un chenal de près de 150 mètres de long pour diriger le courant sur la caisse d'épuration. Celle-ci consistait en une grande caisse de bois établie au-dessous de l'étiage de la Loire et recevant l'eau par de petits pertuis pratiqués sur le couvercle et sur les côtés. L'eau se débarrassait des matières en suspension à travers une couche de gros graviers et de moellons. De là, elle passait, plus ou moins épurée, dans le puisard des pompes. Les orifices s'obstruaient à chaque crue de la Loire et la caisse ne tardait pas à s'encombrer de limon et de vase qui finissaient par intercepter toute communication avec le puisard : d'où nécessité de curages fréquents et arrêt dans la distribution.

Au moment des grandes sécheresses, le débit devenait insuffisant : même en ouvrant le couvercle de la caisse, c'est à peine s'il entraînait assez d'eau pour suffire à l'alimentation des pompes.

L'eau ainsi obtenue était de qualité déplorable, bourbeuse en hiver et trop chaude en été ; son odeur devenait désagréa-

ble et sa saveur repoussante toutes les fois que la caisse était pleine de dépôts vaseux.

Aussi depuis longtemps et à plusieurs reprises, la vigilance du Conseil d'hygiène avait-elle signalé les dangers que faisaient courir à la santé des habitants les eaux de la «pompe à feu».

En 1857, le maire, M. Jean Desvaux, désireux de doter ses concitoyens d'une eau meilleure, fit étudier, puis exécuter un projet consistant à amener à Nevers les eaux des sources de Veninges et de Jeunot. Les travaux furent commencés le 1^{er} mai 1858 ; ils furent terminés et les fontaines inaugurées le 15 août de la même année. La reconnaissance de la postérité a donné au square placé devant la préfecture le nom de Jean Desvaux.

Sources de Veninges

1° *Position et altitude.* — Les sources de Veninges sont situées au finage du même nom, dans la commune de Varennes, à 4 kilomètres de distance en ligne droite au nord de la ville de Nevers. Elles se composent de deux fontaines : Fontenille et Linay, distantes entre elles de 170 mètres environ.

Ces deux sources appartiennent au même bassin et sont deux des évacuateurs apparents de la nappe d'eau souterraine qui existe au dessous de la couche argileuse des calcaires du plateau de la Brosse.

Le confluent de ces deux sources est à 194 m. 61 d'altitude.

Leur débit est assez variable, comme celui des eaux de toute la région : le minimum semble être de 8 l. 90 par seconde, soit 769 m. c. par 24 heures.

2° *Travaux*. — Les deux sources furent réunies dans un même bassin de prise d'eau et amenées à Nevers par un aqueduc de 3814 mètres qui traverse le territoire des communes de Varennes et de Coulanges, sans viaduc, ni siphon, en tranchées d'un mètre de profondeur.

3° *Réservoir*. — Les eaux arrivent à l'entrée de la ville (N.-E.) au réservoir du *Carrefour*. C'est un bassin circulaire d'un diamètre de 15 mètres, d'une profondeur de 2 m. 45 ; il repose sur des argiles tertiaires qui constituent un sol très solide et uniformément résistant. Une voûte le recouvre en forme de calotte sphérique, percée en son milieu d'une ouverture cylindrique (ou regard) qui permet de descendre dans le réservoir.

Sa capacité est de 425 m. c.

Malheureusement, les sources de Veninges, situées à une altitude trop faible, ne pouvaient desservir les quartiers de Saint-Cyr et de l'Hôtel-de-Ville, de la place de la République, la Préfecture, ni l'Hospice. Les eaux de Jeunot, à une cote supérieure, devaient permettre d'alimenter toute cette partie de Nevers.

Sources de Jeunot

1° *Position*. — Sur ce même versant du plateau de la Brosse, à 2 kilomètres environ des fontaines de Veninges, se trouvent deux autres sources situées sur le territoire de la commune d'Urzy, à l'altitude de 210 m. 15, c'est-à-dire à un niveau supérieur de 16 mètres à celui des sources de Veninges.

Le débit minimum de ces eaux mesuré en hiver a été trouvé de 4 l. 90 par seconde. En admettant une diminution de pres de moitié sur ce chiffre pendant les périodes de sécheresse.

c'est un débit journalier de 211 m. c. par jour qui, s'ajoutant à celui de Veninges, devait assurer un débit total de 980 m. c., soit un minimum de 60 litres par jour par habitant.

2° Travaux. — Comme celles de Veninges, les deux sources de Jeunot ont été réunies dans un même bassin. Sur le collecteur supérieur, sont branchés des drains en éventail à 12 mètres de distance et à 1 m. 30 de profondeur. Cette disposition augmente le débit de la source d'une portion de l'eau de pluie qui tombe dans le voisinage.

La conduite de Jeunot, comme celle de Veninges, ne présente ni siphon, ni viaduc, sur tout son parcours qui s'étend sur 4 communes : Urzy, Varennes, Coulanges et Nevers.

La longueur est de 7 kil. 954 mètres, avec une pente totale de 6 m. 22.

Les tranchées sont établies à 1 mètre au moins de profondeur.

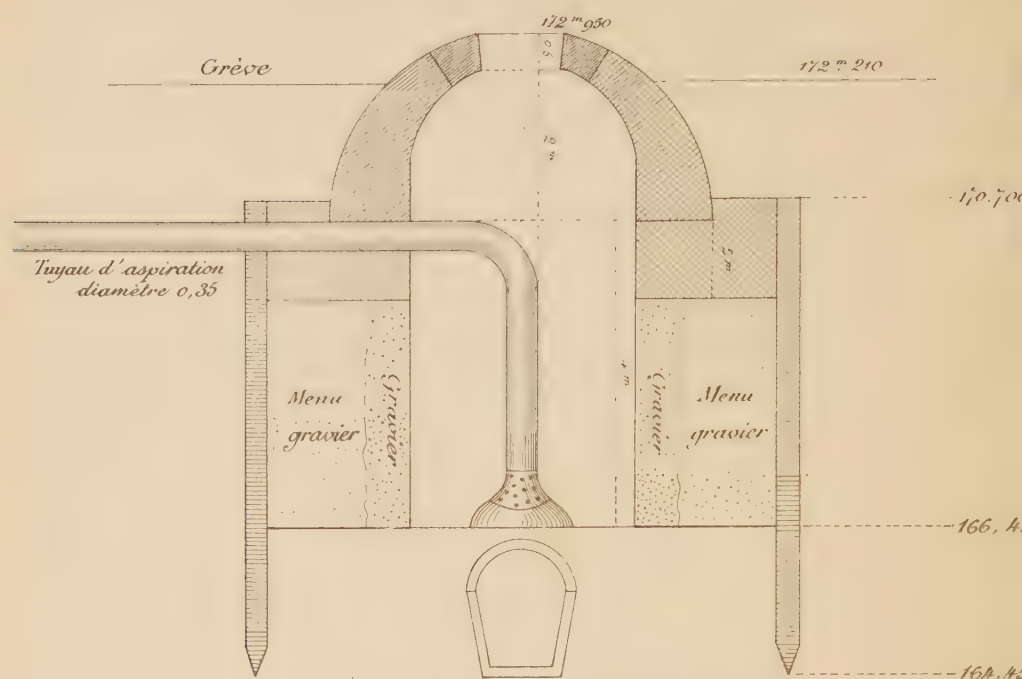
Les aqueducs des deux canalisations ont été construits en béton de ciment de Vassy; ils se composent de deux pièces moulées : une cuvette (de 15 centim. de hauteur, de 22 de largeur au sommet, de 21 à la base) surmontée d'une petite voûte en anse de panier. (Voir la coupe).

Ces deux pièces sont réunies entre elles par un joint de ciment.

3° Réservoir. — Les eaux arrivent boulevard Victor-Hugo au réservoir de Saint-Gildard (cote 202 m. 80).

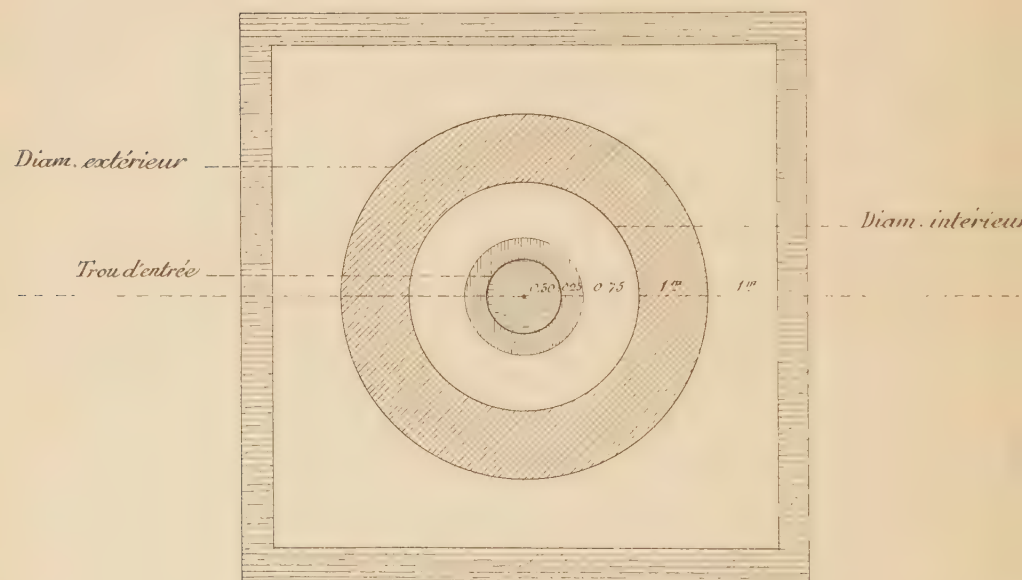
Ce réservoir est creusé à une profondeur de 5 m. 25 et repose sur le rocher même. Son architecture est robuste et gracieuse; il est de forme carrée, de 23 m. 34 de côté (intérieurement) et divisé en 9 parties égales. Les voûtes sont soutenues par 4 pilastres placés au milieu du bassin, avec 8 moitiés de pilastres sur les faces latérales et 4 quarts dans les angles.

COUPE VERTICALE DES PUITS À FOND FILTRANT établis dans le lit de la Loire.



COUPE DES CONDUITES D'EAU

COUPE TRANSVERSALE



Trou d'entrée : Diamètre 1 m.
Côtés de l'entrée : id. 1 m. 50

Diamètre intérieur du puits : 3 m.
— extérieur — 5 m.

Echelle de 0,01 par mètre.

Dessiné d'après les Archives de la C^{ie} des Eaux
par A. Coupechoux. Nevers 1904.

Sa capacité est de 1275 mètres cubes.

Cinq ouvertures circulaires s'ouvrent dans la voûte : une au milieu et les quatre autres dans la voûte de chacun des angles.

Une ingénieuse disposition de soupapes et de clapets (commune aux deux réservoirs) permet d'alimenter la ville avec l'eau des réservoirs ou seulement avec celle des aqueducs, ou enfin, ce qui est le cas le plus ordinaire, avec le mélange des deux.

Eaux de Loire

Dès 1859, l'insuffisance des sources de Jeunot et de Veninges apparut manifeste. A la suite de grandes sécheresses, au lieu d'un total d'environ 1.000 m. c., le débit descendit à moitié, soit 260 m. c. pour Jeunot et 296 m. c. pour Veninges. De plus, il fallait compter sur le développement probable des besoins.

Au lieu de capter d'autres sources dans la même région et de les amener à grands frais, M. Jean Desvaux résolut de reprendre le projet primitif de M. de Bouillé et d'élever directement les eaux de la Loire.

Par un traité complémentaire intervenu le 6 juillet 1859, entre le Conseil municipal et la Compagnie concessionnaire, on décida d'établir sur la rive gauche de la Loire, en aval du pont de pierre, au lieu dit le plateau de la Bonne-Dame, un puits à fond filtrant et une machine à vapeur capable d'élever au réservoir de Saint-Gildard un volume minimum de 800 m. c. d'eau filtrée naturellement.

Le puits à fond filtrant est placé à 300 mètres du courant et enterré dans la masse des sables en temps d'étiage et submergé en temps de crue, c'est-à-dire à l'époque où les eaux de Loire viennent battre la digue de la rive gauche.

Ce puits se compose d'une colonne en fonte formée de six anneaux. Le bord supérieur du premier anneau est arasé au-dessus du niveau normal de la Loire.

Le puits (voir la coupe) est recouvert d'un plancher en madriers laissant entre eux un vide suffisant pour donner passage à l'air. Au milieu se trouve un regard de 0 m. 80 de diamètre fermé par un tampon.

Les madriers sont goudronnés extérieurement et intérieurement dans l'intérêt de leur conservation.

Le terrain est un sable très pur comme celui que l'on rencontre dans toutes les alluvions du fleuve.

Un second puits fut installé peu après, à quelques mètres de distance en avant et au-dessous du premier et dans les mêmes conditions.

Les eaux sont refoulées par deux machines dans le bassin de Saint-Gildard, à cause de son altitude qui commande la ville (les Montapins exceptés). Chaque machine peut élever 86 m. c. à l'heure.

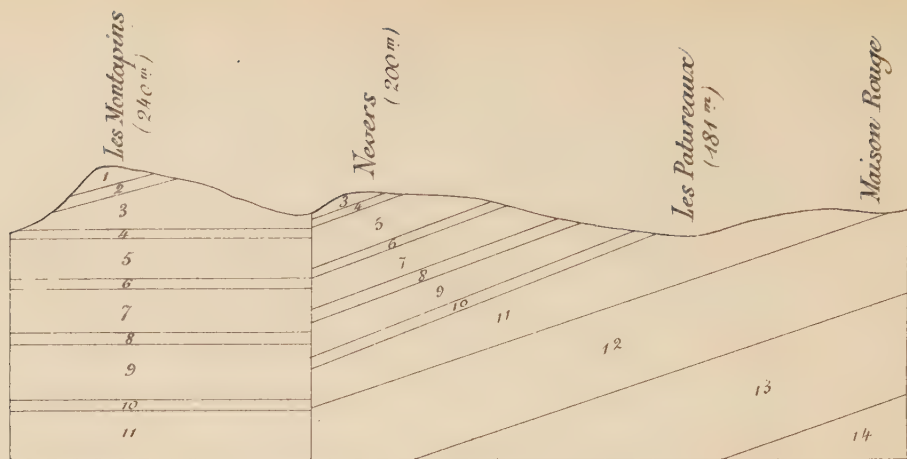
Les dépenses totales ont été d'environ 450.000 fr.

La consommation moyenne journalière de la ville par habitant est de 71 litres en hiver et de 123 litres en été.

Tels sont l'historique succinct, mais complet, de l'établissement des eaux et l'énumération des ressources en eau potable dont dispose la ville de Nevers.

Nous avons puisé les éléments de ce chapitre dans les archives de la Compagnie des eaux de Nevers, que le directeur, M. Michel, a bien voulu mettre à notre disposition.

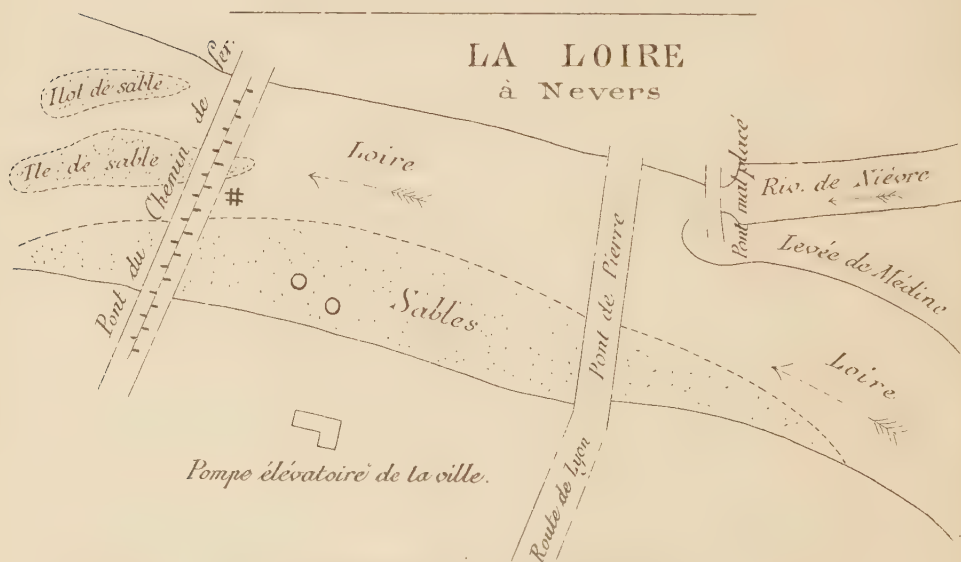
Nous le prions d'en agréer ici tous nos remerciements.



Coupe parallèle à la Loire. —

Echelles : 1° hauteurs 1/5000 environ.
2° longueurs 1/50000 —

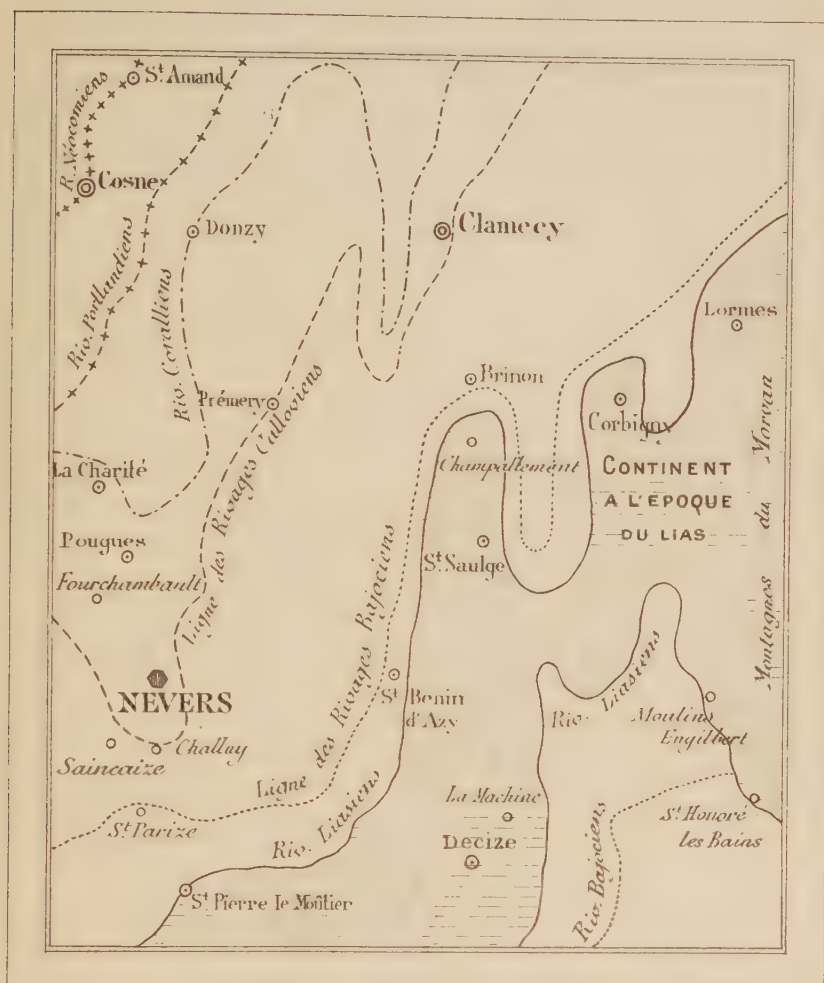
Etage	Falunien	1	Calcaire d'eau douce
—	Oxfordien	2	Calcaires variables
—	Callosien	3	id. id.
—	Bathonien	4	Calcaires oolithiques
		5	Marnes
		6	Calcaires oolithiques
		7	Marnes
		8	Calcaires durs
—	Bajocien	9	Marnes
		10	Oolithe ferrugineuse
—	Thoarcien	11	Calcaires durs
—	Liadien	12	Oolithe ferrug. et argiles
—	Sinémurien	13	Calcaires et argiles
		14	Calcaires durs



Légende : ○○ — Emplacement des puits filtrants.
— Endroit où nous avons puisé nos échantillons.

Dessiné par A. Croucheux, Nevers 1904.

Position Géographique des Rivages depuis l'Époque du Lias jusqu'à l'Époque Crétacée.



Dessiné par A. Coupehoux. Nevers 1904.



Continent Liasien	
Ligne des Rivages	
	Liasiens
	Bajociens
	Calloviens
	Coralliens
	Portlandiens
	Néocomiens

⊙ - Préfecture.

○ - Canton.

⊙ - Sous-Préfecture.

○ - Commune.

GÉOLOGIE ET HYDROLOGIE

Le département de la Nièvre se trouve partagé entre les deux bassins de la Loire et de la Seine, de façon presque égale, par une ligne de petites montagnes ou de collines suivant une direction assez régulière du S.-E. au N.-O.

Les cours d'eau principaux : la *Loire* et l'*Allier*, son affluent et en quelque sorte son prolongement, coulent du S. au N., alors que les affluents directs de la Loire, la *Nièvre* et l'*Aron*, vont du Nord au Sud. Enfin, les petits ruisseaux se dirigent généralement de l'Est à l'Ouest.

Cette direction des cours d'eau résulte du croisement à angle droit de deux systèmes de dislocation ou de plissement d'âge différent. Sur la carte géologique que nous ajoutons à la fin de cette étude nous indiquons les failles visibles par des traits pleins, et les failles masquées par des traits ponctués. Le rejet de ces failles est quelquefois énorme.

Le réseau des failles du *Morvan* a déterminé les reliefs principaux de la région, que plus tard sont venus modifier les courants diluviens qui se sont dirigés du Sud-Est au Nord-Ouest, c'est-à-dire dans un sens à peu près parallèle aux grandes failles. Comme les masses attaquées par les courants offraient des matériaux d'égale résistance, comme les granites de Saint-Saulge, les calcaires jaunâtres de la grande oolithe dans nos fertiles Amognes, les flancs des montagnes présentent des pentes douces et uniformes, et l'aspect général est celui de gros pains de sucre (Montsabot, Montenoison, Vézelay).

Géologie.— A la fin du *Lias* (1), la région de Nevers n'était pas encore exondée. Aussi ne trouvera-t-on pas, dans notre carte géologique, trace de cette formation si puissante (70 mètres de profondeur) dans les Amognes, où elle étale ces prairies si propices au bétail nivernais-charolais.

Avec le *Bajocien* et le *Bathonien*, la région voisine de Nevers émerge faiblement. Nous commençons la série des *terrains jurassiques* qui ne sont pas, dans la Nièvre, représentés moins largement que dans le Jura et l'Est de la France.

Les assises supérieures du *Bajocien* (BJ^m) affleurent près de Nevers, à Marzy, puissantes de 15 à 20 mètres, constituées par des *argiles bleuâtres* avec lits de gros nodules calcaires.

Un peu plus au Nord-Est, nous rencontrons l'assise inférieure (BJ^o), épaisse de 10 à 15 mètres ; elle débute par une couche d'oolithe ferrugineuse extrêmement riche en fossiles. Au-dessous de l'oolithe, s'étagent des bancs épais d'un *calcaire à entroques* très dur avec taches ferrugineuses, fournissant de bons matériaux de construction et d'excellente chaux grasse.

Plus haut, de Fourchambault à Pougues, séparée de celle-ci simplement par une large bande de terrains d'alluvions, la même formation se retrouve, dans le même ordre, avec des caractères identiques.

Le *Bathonien* (BT), venant après une longue période de calme, ne recule les côtes que d'une façon peu sensible (1). Les assises, au nombre de trois, sont surtout *marneuses* :

1° Au sommet, des *marnes bleuâtres*, argileuses, alternent avec des bancs de *calcaire noduleux* très fossilifères. Près de Pougues, ce calcaire acquiert une épaisseur considérable et

(1) Voir la carte: Position géographique des rivages depuis l'époque du Lias jusqu'à l'époque crétacée.

constitue une pierre de taille recherchée; plus au Sud, le facies marneux prédomine;

2° Dans la partie médiane, une assise de *marnes blanchâtres* très développée et exploitée pour la fabrication de la chaux hydraulique aux environs d'Urzy et de Guérigny;

3° A la partie inférieure, des *marnes jaunes* chargées d'oolithes ferrugineuses (région de Saint-Benin-d'Azy).

Avec le *Callovien* (C), la plus grande partie de la région de Nevers est exondée (1); un continent s'étend désormais du Plateau central d'Auvergne, par les crêtes porphyriques de Saint-Saulge, jusqu'aux montagnes du Morvan: Clamecy, Prémery, Challuy et Saincaize tracent la ligne côtière de l'Océan.

Les assises calloviennes se distinguent par un *calcaire blanc*, compact, assez dur, légèrement spathique, en bancs épais et qui renferme souvent de gros rognons siliceux de couleur grise ou blonde. Très développées aux environs de Nevers, à Pougues, à Guérigny, où de nombreuses carrières sont ouvertes pour leur extraction, elles fournissent des matériaux de grande dimension. Malgré les rognons de silex, la pierre elle-même est très peu siliceuse; elle est malheureusement assez gélive. De nombreux fossiles peuplent cette assise, caractérisée par l'*Ammonites coronatus*, dont nous avons vu souvent de fort beaux spécimens.

A la partie inférieure, le *Callovien* est formé de marnes jaunes très argileuses, avec bancs de calcaire noduleux; ces assises sont également très fossilifères.

C'est dans l'étage callovien que nous trouvons les *systèmes aquifères* qui donnent naissance aux sources de Nevers. Un premier système, moins important, est apparent à Marzy, à

(1) Voir: Carte de la Position géographique des Rivages.

l'Ouest. Il se trouve séparé de la ville par le massif des Montapins et n'entre pas dans l'alimentation de Nevers.

Le second, le plus intéressant, se développe au Nord sur le territoire des communes d'Urzy et de Varennes-lès-Nevers. Les couches sédimentaires se présentent sous l'aspect de bancs calcaires, épais, *fissurés*, perméables, dans lesquels les eaux se meuvent avec la plus grande facilité jusqu'au contact de la couche argileuse bleuâtre, ferrugineuse, épaisse de 20 ou 30 mètres, qui retient ces eaux d'infiltration comme un vase et les laisse échapper en sources : sources de Jeunot (210 mètres), de Veninges (194 mètres) (Fontenille et Linay), de Niffon (199 mètres) et du plateau de la Brosse.

Un grand déchirement de l'écorce terrestre sépare profondément ces deux systèmes; nous donnons une coupe de la région de Nevers perpendiculaire à cette double faille.

L'*Oxfordien* (OX) fait défaut et cette lacune serait absolue pour tout le Nivernais, sans de très rares échantillons dont les plus étendus se rencontrent précisément à l'ouest de Nevers, entre les deux failles rectilignes dont nous venons de parler. L'*Oxfordien* présente, dans ses assises, la même disposition que le *Callovien* : en haut du *calcaire*, en bas des *marnes* et des *argiles* présentant cette teinte verdâtre qui accompagne souvent l'acide phosphorique (rares fossiles phosphatés : *Ammonites arduennensis*).

Pour être complet, constatons, proche de Nevers, au sud-est, sur le flanc du massif des Montapins, une enclave de *Tongrien*, de même nature que le calcaire lacustre du Berry, constituant un lambeau d'effondrement entre les deux failles dont nous parlions plus haut.

Pour achever enfin la géologie de cette région si tourmentée, il ne nous reste plus qu'à signaler :

1° Les limons argileux, jaunâtres et veinés de blanc du

Pliocène qui vient combler tous les intervalles laissés libres par la période callovienne;

2° Et les *alluvions* qui remplissent le fond des larges vallées de l'Allier et de la Loire dont on connaît les inondations presque annuelles.

Les *alluvions anciennes* se rencontrent exclusivement sur la rive droite de la Loire; elles sont constituées par un sable quartzeux fin et sans fossiles.

Les *alluvions modernes* sont sableuses et caillouteuses pour la vallée de la Loire qui présente parfois une allure torrentielle et limoneuses pour celle de la Nièvre au cours indolent et capricieux.

Sables d'alluvions de la Loire.— Une nappe d'eau souterraine d'une incomparable puissance se meut dans ces sables de la rive gauche, où leur largeur atteint et dépasse même 3 kilomètres. Tout le long de cette vallée, on voit de petits lacs, étangs et crots (1), dont les uns communiquent encore avec la Loire, alors que d'autres sont déjà tout à fait isolés. En général, la composition saline plus concentrée de ces derniers (lacs, étangs et crots) indique que ce ne sont déjà plus exclusivement des dépendances de la Loire. Tous ces terrains d'alluvions, d'une épaisseur considérable, sont imprégnés d'eau comme une éponge : dans le terrain du champ de tir, proche de la Loire, on voit l'eau sourdre pendant les simulacres de travaux de guerre, quand, par exemple, on creuse des tranchées-abris ou les trous d'hommes pour sentinelles avancées.

Cette nappe mériterait plutôt le nom de sous-fluviale, puis-

(1) Mot nivernais qui signifie creux et sert souvent à désigner un lieu, un domaine : Crot de Savigny, Crot Maillot, Crot Pinçon à Clamecy.

que les sables dans lesquels elle se meut constituent en somme, au point de vue géologique, le sous-sol du lit primitif de la Loire.

Le fleuve se déplace de l'Ouest à l'Est et ce fait explique la présence exclusive des alluvions anciennes sur la rive droite. Cette rive, sans cesse battue par les vents d'ouest, s'effrite sous la morsure incessante de l'eau et recule, au profit de la rive opposée, d'une largeur moyenne de 0 m. 30 par an.

Documents, Cartes et Travaux

Nous avons consulté :

1° Pour cette étude régionale, les travaux de :

MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, ingénieurs en chef des mines ;

Busquet, directeur des mines de Decize ;

Ebray : Etudes géologiques sur le département de la Nièvre (1858) ;

Lefort, conducteur principal des ponts et chaussées : Failles et géogénie, d'après des observations et découvertes faites dans le Nivernais (1896) ;

2° Et pour les cartes :

La carte géologique détaillée de la France (Baudry et C^{ie}, Béranger, successeur, éditeur à Paris, N^{os} 123 et 135).

Lefort : Carte géologique du département.

PROCÉDÉS ANALYTIQUES

1° **Matières organiques**

On range, sous cette dénomination, un nombre assez grand de substances d'origine végétale et animale : poussières de l'atmosphère, produits du sol, déchets de la vie, solubles ou insolubles selon leur état vivant ou inerte ; très instables, de nature complexe, elles ont pour caractère commun d'être détruites par oxydation. « Il est clair, dit M. Duclaux (1), que » les chimistes béniraient une méthode qui leur permettrait de découvrir et de doser facilement le total de la » matière organique présente dans une eau. On aurait ainsi la » somme de ses impuretés et une mesure de sa purification. » Malheureusement on n'a, pour cela, que des procédés très imparfaits ».

On détermine leur proportion au moyen d'un artifice qui est l'évaluation de la quantité d'oxygène que ces substances peuvent emprunter pour se brûler au permanganate de potasse, dans des conditions déterminées, en liqueur acide, en solution alcaline. « En liqueur acide, on n'attaque que les » matières organiques complexes, à l'exception de l'urée, de » l'acide benzoïque de l'urine des herbivores et de certains » produits amidés (leucine, tyrosine). Or, ces dernières substances se rencontrent dans les eaux contaminées par des in-

(1) Duclaux. — Traité de microbiologie, t. I, p. 610.

»filtrations de fosses d'aisances. Elles seront attaquées par le »permanganate en solution alcaline et transformées en ammo- »niaque » (1). Aussi attache-t-on plus d'importance au chiffre fourni par ce dernier dosage et tient-on pour suspecte l'eau qui absorbe plus d'oxygène en milieu alcalin qu'en milieu acide (expériences du Comité consultatif d'hygiène de France).

En résumé, cette méthode analytique ne fournit que des résultats approximatifs, en quelque sorte un renseignement et « seulement une idée des choses » (Duclaux).

Pour obtenir des résultats aussi comparables que possible, nous avons toujours opéré par différence avec un matériel ne servant qu'à ce dosage.

L'eau distillée employée pour les solutions provenait d'une seconde distillation sur le permanganate.

1° *Dosage en milieu acide par différence.* — On introduit dans un matras de capacité suffisante 100 c. c. de l'eau à analyser, 10 c. c. d'une solution d'acide sulfurique à 1/5 et 10 c. c. d'une solution ainsi composée :

SOLUTION A

Permanganate de potasse cristallisé..	0-gr. 50
Eau distillée (seconde).....	1000 c. c.

Chaque centimètre cube de cette solution cède 0 milligr. 125 d'oxygène.

Après ébullition modérée *pendant 10 minutes exactement*, on laisse refroidir et on ajoute 10 c. c. de la solution suivante :

(1) F. Jadin. — Hydrologie, p. 223.

SOLUTION B

Sulfate ferreux ammoniacal.....	10 gr.
Acide sulfurique pur... ..	10 —
Eau distillée (seconde)..	Q. s. pour faire 1000 c. c.

La décoloration est complète.

On verse alors, goutte à goutte, à l'aide d'une burette graduée, la solution titrée de permanganate jusqu'à coloration rose persistante. On note le chiffre obtenu.

La même opération est répétée sur 200 c. c. de l'eau à analyser avec les mêmes quantités que précédemment d'acide sulfurique dilué et de solution A. Après avoir de même porté à l'ébullition durant 10 minutes exactement, on laisse refroidir; on additionne de 10 c. c. de la solution de fer B, puis on verse la solution A jusqu'à coloration rose.

La différence volumétrique de permanganate trouvée entre la première épreuve (sur 100 c. c.) et la seconde (sur 200) représente l'oxygène consommé par la matière organique de 100 c. c. En multipliant le chiffre qui représente cette différence par 0 milligr. 125, puis par 10, on obtient la quantité d'oxygène consommé par un litre d'eau.

2° *Dosage en milieu alcalin par différence.* — Le mode opératoire est identique au précédent. On fait bouillir en milieu rendu alcalin par 10 c. c. de solution saturée de bicarbonate de soude, puis on acidule et on titre comme dans le premier dosage.

Comme procédé très scientifique de détermination de la matière organique, nous pouvons citer la *méthode de Frankland et Armstrong*, qui consiste à doser par la combustion directe le carbone et l'azote organique d'une eau et à en déduire la valeur hygiénique d'après le rapport entre ces deux éléments.

D'après ces auteurs, une eau serait potable si le carbone est inférieur à 2 milligrammes par litre et l'azote inférieur à deux dixièmes de milligramme par litre.

Considérant le rapport entre ces deux éléments, plus celui-ci est faible et plus on doit suspecter l'origine de la matière organique.

$\frac{C}{Az}$ variant de 5 à 12, l'eau est potable ; $\frac{C}{Az}$ variant de 3 à 5, l'eau provient de rivières ou de fleuves contaminés ; $\frac{C}{Az}$ variant de 1 à 3, on a affaire à des eaux d'égout.

En d'autres termes, une eau contient des matières organiques végétales si le rapport $\frac{C}{Az}$ est grand et des matières organiques d'origine animale si ce même rapport est faible.

2° Matières azotées

Sous la dénomination de *matières azotées*, nous comprendrons la recherche et le dosage :

- 1° De l'ammoniaque salin et libre ;
- 2° De l'azote albuminoïde, ainsi que la caractérisation et l'évaluation ;
- 3° Des nitrates ;
- 4° Des nitrites.

AZOTE AMMONIACAL. — Nous avons recherché l'ammoniaque et les sels ammoniacaux à l'aide du réactif de Nessler.

Pour les caractériser, on concentre au préalable 200 c. c. jusqu'à 20 ou 30 c. c. environ, après addition de quelques

gouttes d'acide sulfurique, et on précipite les oxydes terreux et métalliques par un léger excès de carbonate alcalin ; après repos et décantation, on ajoute 2 c. c. de réactif. Selon les proportions d'ammoniaque, on obtient une coloration ou un précipité jaune d'autant plus foncé que la proportion est plus forte.

S'il se produit une réaction non douteuse, on distille la totalité de l'ammoniaque de 500 c. c. d'eau qu'on déplace au moyen de 5 grammes de magnésie pure, récemment calcinée, et on dose par colorimétrie au moyen du réactif de Nessler.

On n'est pas nettement fixé sur la véritable signification de l'ammoniaque salin ni sur les doses à admettre. Il est d'ailleurs permis de supposer que son importance hygiénique varie selon son origine.

AZOTE ALBUMINOÏDE. — On recherche l'azote albuminoïde dans l'eau de l'opération précédente. On ajoute alors un gramme de permanganate de potasse cristallisé et 10 c. c. de lessive de soude pure. On porte lentement à l'ébullition et, dans le produit distillé, on recherche l'ammoniaque produite par le réactif de Nessler. S'il y a lieu, on effectue le dosage par colorimétrie, comme dans l'opération précédente.

En pratique, l'azote albuminoïde ne se rencontre pas dans les eaux d'alimentation ; nous n'en avons jamais trouvé dans nos analyses des eaux des sources de Nevers, ni dans celles de Loire, filtrées ou non ; en fait, l'azote albuminoïde existe seulement dans les eaux fortement souillées, comme celles des égouts.

NITRATES. — « Toutes les eaux, même les plus pures, donnent la réaction des nitrates avec le sulfate acide de diphé-

»nylamine déposé sur le résidu de l'évaporation d'un certain
»volume d'eau» (1).

Les nitrates peuvent avoir une origine atmosphérique ou géologique ; en général, ils sont le résultat de la transformation des matières azotées, dont ils représentent le terme final d'oxydation et le moins dangereux.

« Leur présence dans les eaux (2) est donc un symptôme
»favorable. Mais leur proportion doit rester assez faible ; leur
»abondance témoignerait qu'il se fait, quelque part, au voisi-
»nage, un travail très actif de nitrification qui, s'il était trou-
»blé ou interrompu, enverrait dans les mêmes eaux des nitri-
»tes ou de la matière organique encore intacte ».

Le Comité consultatif d'hygiène demande qu'on signale la présence des nitrates et il fixe en même temps les limites suivantes :

Eau très pure	0
— potable	0 à 15 milligr. par litre
— suspecte	15 à 30 —
— mauvaise	plus de 30 —

Nous avons dosé les nitrates par la méthode colorimétrique de Grandval et Lajoux, basée sur la transformation du phénol en acide picrique et sur la formation consécutive de picrate d'ammoniaque dont on apprécie l'intensité colorante.

NITRITES. — Les nitrites, degré d'oxydation peu avancé des matières azotées, semblent indiquer « soit une contami-
»nation récente, soit une épuration s'effectuant péniblement
»dans de mauvaises conditions » (3).

(1) F. Baucher. — Les Eaux potables, page 108.

(2) Duclaux. — Traité de microbiologie, page 514.

(3) Duclaux. — Loc. cit.

Il faudra donc rejeter de l'alimentation toute eau qui en contiendra même des traces. Nous avons décelé leur présence une fois dans le cours de nos analyses.

Les nitrites sont recherchés de la façon suivante :

Dans un vase à expériences, passé plusieurs fois à l'eau distillée seconde, on introduit 100 c. c. de l'eau à analyser et 2 c. c. d'acide sulfurique à 1/5, puis 5 c. c. de réactif de Tromsdorff (1) et on agite. S'il y a des nitrites, il se forme presque immédiatement une coloration bleue.

3° Dosage de l'oxygène

Les gaz normalement contenus dans l'eau sont ceux de l'atmosphère. Seul, le dosage de l'oxygène présente quelque intérêt au point de vue de l'hygiène. Dans les eaux, cet élément disparaît d'autant plus rapidement que la contamination est plus forte.

Mais tandis que certaines eaux perdent leur oxygène, d'autres voient leur richesse en gaz augmenter : celles-ci renferment des algues à chlorophylle qui possèdent la propriété de fixer le carbone et de dégager l'oxygène à la lumière.

La tension atmosphérique d'ailleurs régularise ce double phénomène d'absorption et de dégagement en maintenant toujours la proportion d'oxygène, au moins dans les eaux superficielles, dans des limites assez étroites.

Le dosage de l'oxygène dissous peut donc être considéré comme le complément de la détermination du degré de contamination, — les eaux riches en matières organiques ne renfermant généralement que de petites quantités d'oxygène.

(1) Solution de chlorure de zinc, d'iodure et d'amidon.

Nous avons employé le procédé de Mohr et l'appareil d'Albert Lévy ou pipette de Montsouris (1).

Ce procédé repose sur l'évaluation de la quantité de sulfate ferreux oxydé par l'oxygène d'un volume d'eau déterminé. Il comporte l'emploi des 4 réactifs suivants :

1° Solution de permanganate de potasse ou solution A.

Permanganate de potasse cristallisé..	0 gr. 50
Eau distillée	1000 c. c.

Chaque centimètre cube de solution correspond à 0 milligr. 125 d'oxygène.

2° Solution de sulfate de fer ammoniacal ou solution B.

Sulfate de fer ammoniacal.	20 gr.
Acide sulfurique.	20 —
Eau distillée.	Q. s. pour 1000 c. c.

3° Acide sulfurique au demi.

4° Solution de potasse au dixième.

Après avoir tout d'abord déterminé le volume exact de la pipette (100 c. c. environ), on l'emplit entièrement de l'eau à analyser et on en fait plonger la tige inférieure dans un vase à précipiter contenant quelques centimètres cubes d'acide sulfurique au demi pour empêcher la peroxydation du sel ferreux qui pourrait être entraîné.

On introduit alors dans l'appareil, avec les précautions nécessaires, 2 c. c. de la solution de potasse au dixième, puis 4 c. c. de la solution de sulfate de fer ammoniacal.

Si V est le volume en c. c. de l'eau contenue dans la pipette, $V - 6$ (c'est-à-dire 2 c. c. de potasse et 4 c. c. de soluté ferreux), $V - 6$ est le volume de l'eau sur lequel agira le sulfate de fer.

(1) Annuaire de l'observatoire de Montsouris, 1894.

A la suite de l'introduction de la solution B, il se forme au sein du liquide un précipité d'oxydes ferreux et ferrique et tout l'oxygène se trouve absorbé. Cette réaction ne demande que quelques minutes. On dissout, à l'abri de l'air, les deux oxydes formés, en faisant pénétrer dans la pipette 4 c. c. d'acide sulfurique au demi.

Quand la liqueur est devenue incolore, on la verse dans un vase à précipiter et on titre l'excès de sulfate de fer ajouté au moyen de la solution de permanganate jusqu'à apparition de la teinte rose clair.

On procède ensuite au titrage de la solution de fer ammoniacal en opérant dans les mêmes conditions.

On verse dans le même volume d'eau les mêmes quantités de potasse, d'acide sulfurique et de sulfate ferreux et on titre.

De la différence des 2 volumes de permanganate, on déduit la quantité d'oxygène, chaque centimètre cube fournissant 0 milligr. 125.

On rapporte au litre d'après la contenance de la pipette. Désire-t-on évaluer en volume la proportion d'oxygène, on multiplie le poids obtenu par 0,696.

Chlore. — Le chlore est un élément important d'appréciation du contage par les eaux ménagères ou les urines; nous l'avons dosé par la méthode volumétrique avec la liqueur décimale d'azotate d'argent en présence de quelques gouttes d'une solution concentrée de chromate de potasse et d'un peu de carbonate de chaux (sur 100 c. c. d'eau).

Acide sulfurique. — Nous le dosons par précipitation à chaud par le chlorure de baryum sur 250 c. c. d'eau. Il est évalué dans nos résultats en $\text{SO} \cdot \text{H}^2$.

Fer et Alumine. — Après concentration préalable, ces deux métaux sont précipités par l'ammoniaque à l'état d'hydrate et de sesquioxyde. Dans la plupart des cas, la réaction a été à peine appréciable; dans les autres cas, nous avons pesé ces deux oxydes en bloc.

Chaux. — Après séparation de l'alumine et du fer, la chaux a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque en présence du chlorure ammonique et pesée à l'état de sulfate en transformant le produit de la calcination par l'acide sulfurique.

Magnésie. — Précipitée à l'état de phosphate ammoniacomagnésien, séchée, incinérée (après la séparation de la chaux). Le poids du pyrophosphate ainsi obtenu multiplié par 0,36036 donne celui de la magnésie.

Potasse et Soude. — Nous avons opéré sur 500 c. c. d'eau concentrée à 100 c. c. environ. Après addition de 20 c. c. d'eau de baryte, on fait bouillir. Il ne reste ainsi en dissolution que les métaux alcalins. L'acide sulfurique est éliminé avec les autres métaux. Du liquide filtré on sépare l'excès de baryte par le carbonate d'ammoniaque à l'ébullition pour décomposer le bicarbonate de baryte soluble qui a pu se former et nous filtrons à nouveau.

La liqueur est acidulée par l'acide chlorhydrique pur, évaporée et calcinée légèrement. Les alcalis sont pesés à l'état de chlorures de potassium et de sodium.

Résidu fixe à 110°. — Dans une capsule de platine à fond plat de 65 millimètres de diamètre moyen et de 15 millimètres de hauteur, un peu évasée à la partie supérieure, 250 c. c. d'eau ont été évaporés au bain-marie; la dessiccation est achevée dans l'étuve à air de Wiessnegg à 110°.

Perte au rouge. — Pour nous conformer aux instructions du Comité consultatif d'hygiène, nous avons, dans la plupart de nos analyses, déterminé la *perte au rouge*, c'est-à-dire la perte de poids que subit notre résidu après une calcination prolongée. Cette détermination n'a d'ailleurs aucune application hygiénique, la perte de poids portant non seulement sur la destruction de la matière organique, mais encore sur une décomposition et une volatilisation partielle des carbonates et des chlorures.

Hydrotimétrie. — Après avoir joui d'une vogue considérable, la méthode hydrotimétrique est aujourd'hui délaissée. Nous n'avons pas cru cependant devoir l'écarter dédaigneusement, mais nous nous sommes borné à la détermination des degrés hydrotimétriques total et permanent, qui, seuls, ont quelque intérêt scientifique. Avant chaque dosage, nous avons éprouvé notre liqueur avec une solution titrée de chlorure de baryum.

BACTÉRIOLOGIE

Théoriquement, une eau d'alimentation ne devrait pas contenir de germes. En pratique, un pareil fait ne se rencontre jamais. Le chimiste le plus sévère doit se déclarer satisfait s'il voit, sur la gélatine nutritive, ne se former qu'un petit nombre de colonies banales, à développement tardif, comprenant très peu de liquéfiant, sans dégagement de gaz infects.

Nombre et spécifier tous les germes d'une eau serait besogne oiseuse. Nous avons borné nos recherches à l'énumération des colonies, à leur distinction en liquéfiant et non liquéfiant et à la recherche et à la caractérisation des bacilles suspects.

Nous indiquons rapidement notre mode opératoire, toujours identique.

Ensemencements. — Pour chaque échantillon d'eau, nous stérilisons à 115-120° trois ballons à fond plat contenant le premier 9 c. c. d'eau, le second 99 et le troisième 499. A l'aide d'une pipette stérilisée, nous additionnons le liquide de chacun de ces trois ballons de 1 c. c. de l'eau à examiner, qui se trouve ainsi diluée au dixième, au centième, au cinq centième.

Après avoir liquéfié à une douce chaleur le contenu de trois tubes de chacun 10 c. c. de gélatine nutritive, nous introduisons dans chacun d'eux, à l'aide de trois nouvelles pipettes stérilisées, 1 c. c. de chacune des trois précédentes dilutions;

net, repartissons le liquide dans la masse gélatineuse avec le soin que nécessite un tel mélange; puis nous versons (en évitant l'introduction des germes de l'air) le contenu de chaque tube ainsiensemencé dans des boîtes de Petri stérilisées, de forme basse, de 10 centim. de diamètre environ. La gélatine revient assez rapidement à son état solide, emprisonnant les bactéries qui seront obligées de pousser là où elles se trouvent au moment de la solidification.

Nous portons les boîtes à l'étuve et nous les maintenons à une température de 18 à 20° pendant un temps variant de trois jours à une semaine, selon l'activité des ferments liquéfiant, — l'intensité des cultures étant toujours proportionnelle à la richesse de l'eau en microorganismes.

Numération. — Nos numérations ont été faites aussi tardivement que possible, mais avant que la liquéfaction de la gélatine vint les compromettre.

Les boîtes de Petri sont disposées sur un fond noir quadrillé blanc et le nombre de colonies apparues, multiplié par 10, par 100, par 500, donne le nombre des microbes contenus dans 1 c. c. de l'eauensemencée.

Les hygiénistes ne sont pas d'accord sur les nombres-limites à fixer pour la potabilité d'une eau. A Paris, à leur arrivée aux réservoirs, les eaux donnent les résultats suivants en temps normal (1) :

Avre.....	500 col. par c. c.
Vanne.....	630 —
Dhuis.....	683 —
Loing et Lunain	930 —

(1) Revue générale des Sciences pures et appliquées: Alimentation des villes en eau potable, M. Diénert, chef du Service local de surveillance des sources de la ville de Paris, pour la région de l'Avre, du Loing et du Lunain.

M. le pharmacien principal Lacour (1) a trouvé dans les eaux du camp de Satory, par centimètre cube, jusqu'à 36.000 et même 48.000 germes aérobies.

Spécification. — Nous nous sommes contenté de rechercher le Coli bacille (infection fécale) et le bacille d'Eberth (fièvre typhoïde) et de noter le nombre des colonies liquéfiantes qui appartiennent généralement à des espèces septiques.

Parmi celles-ci, nous avons trouvé fréquemment le Bac. fluorescens liquefaciens et le Bac. flavus liquefaciens, ainsi que les Bac. subtilis, proteus et termo, et parmi les espèces non liquéfiantes : le Micrococcus ureae, le Bac. acidi lactici et le Bac. coli, mais non le bacille d'Eberth.

Recherche des bacilles suspects. — On ne peut espérer trouver les bacilles suspects par simple dilution comme les espèces banales aquatiques ordinaires, car ce serait pur hasard si on venait à les rencontrer dans la prise d'essai initiale d'un centimètre cube, à cause de leur nombre généralement et fort heureusement petit.

Nous opérons par ensemencement en masse dans un bouillon phéniqué à 2 pour 1000. Nous ajoutons dans chaque ballon (à 20 c. c. du bouillon) 20 c. c. de l'eau à examiner, de façon à obtenir un liquide nutritif phéniqué à 1 pour 1000, dans lequel cultivent seules un petit nombre d'espèces, dont le Bac. coli et le bacille d'Eberth. On élimine ainsi une foule de germes insignifiants et surtout la plupart des liquéfiantes.

Comme milieu éliminatoire, nous utilisons aussi le milieu

(1) Les Eaux de Versailles, thèse de doctorat en pharmacie, Eym. Lacour, 1899.

d'*Elsner*, très bon terrain pour le Bac. coli, un peu moins bon pour le bacille d'Eberth et dans lequel les autres bactéries poussent très mal et tardivement. Le *milieu d'Elsner* est constitué par une macération de pulpe de pomme de terre dans l'eau distillée à laquelle on ajoute 12 o/o de gélatine ; on neutralise par l'hydrate de soude, mais en conservant toutefois une légère acidité. Au moment de l'emploi, nous ajoutons à chaque tube de 9 c. c. 1 c. c. d'une solution stérilisée d'iodure de potassium à 10 o/o.

Nous différencions le Coli bacille et le bacille d'Eberth en nous basant sur l'ensemble des caractères suivants, savoir :

1° Le *nombre de cils*, moins nombreux et moins mobiles chez le Bac. coli que chez le Bacillus typhi.

2° *Coagulation du lait*.

3° *Fermentation du bouillon lactosé carbonaté*. Le bacille d'Eberth ne donne que des réactions négatives.

4° *Séro-diagnostic*. Dix gouttes d'une culture fraîche du bacille suspect sont additionnées d'une, deux et trois gouttes de sérum de cheval immunisé contre le bacille typhique. Si après deux heures de contact, surtout avec III gouttes, il n'y a aucune agglutination et si les bacilles conservent toute leur mobilité, la séro-réaction est négative et on ne se trouve pas en présence du bacille typhique.

5° *Réaction de l'indol*. — Pour cette réaction si importante, nous opérons de la manière suivante :

Dans un tube stérilisé, nous introduisons 0 gr. 20 de peptone et 10 c. c. de l'eau à analyser. Nous laissons quatre jours à l'étuve à 37°. Nous prélevons alors 5 c. c. de la culture ; nous y ajoutons III gouttes d'une solution de nitrite de soude à 0 gr. 20 pour 100, puis III à IV gouttes d'acide sulfurique

pur. Nous portons un instant à l'ébullition. On aura une coloration rose-rouge immédiate s'il y a indol et, par suite, Coli bacille.

Pour la netteté de la réaction, il serait évidemment préférable d'agir sur des espèces préalablement isolées à l'état de pureté et tirées soit de la gélatine, soit du milieu d'Elsner, ou de passages en bouillon phéniqué au millième à haute température, qu'on porterait en solution de peptone stérilisée ; mais en pratique courante (et surtout en cas d'urgence), le mode opératoire ci-dessus donne des résultats rapides et concluants.

Pour étudier la fermentation du bouillon lactosé carbonaté, on ne peut agir ainsi par ensemencement direct ; il est indispensable d'éliminer au préalable les levures susceptibles de faire fermenter les sucres. Pratiquement, cette seconde réaction est donc inférieure à la précédente.

La bactériologie de l'eau reste une méthode délicate. Ici, plus que partout ailleurs, il est prudent de se défier des résultats négatifs et de ne pas leur attribuer une importance à laquelle ils ne sauraient prétendre.

D'un autre côté, en cas de constatations nettement positives, la question de la virulence des espèces isolées rend les conclusions toujours très délicates.

C'est ainsi que le Coli bacille, non pathogène par lui-même et que nous avons si souvent rencontré, semble le devenir dans des circonstances et sous des influences mal connues encore. On est en droit d'admettre que dans les eaux aérées, à épuration active, comme nos eaux nivernaises, ou dans des eaux peu chargées de matières organiques d'origine animale, le Coli bacille vit généralement à l'état d'espèce banale ; mais,

dans certains cas bien observés à bord des navires de l'Etat (1), lorsqu'il arrive à contaminer l'eau distillée (par un processus dont l'exposé sortirait du cadre de cette étude), il acquiert dans ce milieu, malgré l'absence presque complète de matières organiques, une virulence suffisante pour déterminer les catarrhes gastriques qu'on observe si souvent à bord des navires.

Par contre, il semble résulter que les eaux mal aérées et qui s'épurent difficilement sont très suspectes quand on y trouve le Coli bacille.

(1) La prophylaxie par l'eau de boisson dans la marine, par le Dr Le Méhauté, professeur à l'École principale du service de Santé. (Archives de médecine navale, 1903).

ANALYSES

Nous donnons en premier lieu les résultats des analyses que nous avons faites des sources de Veninges et de Jeunot, et des eaux des puits filtrants et de Loire.

Nous donnons à la suite, en 3 tableaux, le résumé comparatif des analyses de chacun de ces 3 groupes.

Nous terminons par l'exposé des analyses et des travaux antérieurs faits sur le même sujet.

Eau de Veninges

1^{re} Analyse — Réservoir du Carrefour — Décembre 1903

Matière organique évaluée en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide.....	4 ^{mg} 6
2° En milieu alcalin.....	1.2
Oxygène dissous : 1° En poids.....	9.2
2° En volume.....	6 ^{cc} 4
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces indosables
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates.....	12
Nitrites.....	0
Chlore.....	12
Acide sulfurique.....	20
Fer et alumine.....	traces
Chaux.....	136
Magnésie.....	6
Potasse et soude.....	20
Résidu fixe.....	348
Résidu calciné.....	288
Perte au rouge.....	60
Degré hydrotimétrique total.....	22°
Degré hydrotimétrique permanent.....	7°

Examen bactériologique

Aspect de la culture sur gélatine.....	Liquéfaction peu rapide.
Gaz.....	Pas de dégagement sensible.
Odeur.....	Lactique et butyrique.
Date de numération.....	Le 4 ^e jour.
Numération par c. c.....	2850
Liquéfians (Bac. fluoresc. liq. Bac. subtilis. Bac. flavus. liq.).....	1100
Non liquéfians (Micrococcus ureæ. Bac. ac. lactici).....	1700
Réaction de l'indol (sur culture en peptone).....	Teinte à peine rosée.
Bacterium Coli.....	0

Conclusions. — Eau potable au point de vue chimique ; elle semble légèrement contaminée par des eaux de surface.

(1) Les résultats sont évalués en milligrammes et rapportés au volume d'un litre.

Eau de Veninges

2^e Analyse — Eau puisée à la source — Mars 1904

Matière organique en oxygène absorbé:	(1)
1° En milieu acide.....	3.8
2° En milieu alcalin.....	2.6
Oxygène dissous: 1° En poids.....	7.2
2° En volume.....	5 c. c.
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces indosables
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates.....	22
Nitrites.....	0
Chlore.....	16
Acide sulfurique.....	7
Fer et alumine.....	traces
Chaux.....	144
Magnésie... ..	2
Potasse et soude.....	15
Résidu fixe.....	360
Résidu calciné.....	320
Perte au rouge.....	40
Degré hydrotimétrique total.....	23°
Degré hydrotimétrique permanent.....	5°

Examen bactériologique

L'ensemencement sur gélatine nutritive donne un très grand nombre de colonies *liquéfiantes* putrides, dont le développement rapide rend la *numération impossible*.

Dégagement de gaz *putrides*, avec prédominance d'acides volatils.

Réaction de l'indol sur culture en peptone..... Négative

Bacterium Coli..... 0

Conclusions. — Eau suspecte au point de vue chimique et au point de vue bactériologique. Reçoit des infiltrations provenant du voisinage d'étables.

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

Veninges

3^e Analyse — Réservoir du Carrefour — Avril 1904

Matière organique en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide.....	0.7
2° En milieu alcalin.....	1.1
Oxygène dissous : 1° En poids.....	7.4
2° En volume.....	5 ^{cc} 1
Ammoniaque et sels ammoniacaux.	traces indosables
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates.....	18
Nitrites.....	0
Chlore.....	14,2
Acide sulfurique.....	9
Fer et alumine.....	5
Chaux.....	150
Magnésie.....	5
Potasse et soude.....	18
Résidu fixe.....	360
Résidu calciné.	»
Perte au rouge.....	»
Degré hydrotimétrique total.....	24°
Degré hydrotimétrique permanent.....	7°5

Examen bactériologique

Culture sur gélatine.....	Liquéfaction rapide.
Odeur.....	Faiblement putride
Numération.....	Très difficile
Réaction de l'indol.....	Négative
Bacterium Coli.....	0

Conclusions. — Eau potable.

(1) En milligrammes et par litre.

Veninges

4^e Analyse . — Prise à la source — . Juin 1904

Matière organique en oxygène absorbé:	(1)
1° En milieu acide.....	1.5
2° En milieu alcalin.....	1.0
Oxygène dissous: 1° En poids... ..	8.4
2° En volume.....	5 ^{cc} 8
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates.....	14
Nitrites... ..	0
Chlore.....	20.8
Acide sulfurique.....	12
Fer et alumine.....	traces
Chaux.....	184
Magnésie.....	6
Potasse et soude.....	19
Résidu fixe.....	336
Résidu calciné.....	276
Perte au rouge.....	60
Degré hydrotimétrique total.....	24° 5
Degré hydrotimétrique permanent	7° 5

Examen bactériologique

Réaction de l'indol.....	Positive
Bacterium Coli.....	Présence

Conclusions. — Eau contaminée par les eaux de surface.

(1) En milligrammes et par litre.

Jeunot

1^{re} Analyse

— Réservoir —

Janvier 1904

Matière organique en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide.....	2.4
2° En milieu alcalin.....	1.7
Oxygène dissous : 1° En poids.....	7.1
2° En volume.....	4 ^{cc} 9
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	Présence.
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates..	21
Nitrites.....	Présence
Chlore.....	12
Acide sulfurique.....	6.6
Fer et alumine.....	10
Chaux.....	108
Magnésie.....	5
Potasse et soude.....	24
Résidu fixe.....	234
Résidu calciné.....	»
Perte au rouge.....	»
Degré hydrotimétrique total.....	20°
Degré hydrotimétrique permanent.....	8°

Examen bactériologique

Culture sur gélatine.....	Très active dès le 4 ^e jour
Numération.....	Impossible
Liquéfiants.....	Nombreux germes putrides
Réaction de l'indol sur culture en peptone.....	Réaction faible, peut être masquée par concurrence vitale.
Bacterium Coli.....	Douteux

Conclusions. — Eau médiocre.

(1) Résultats exprimés en milligrammes par litre.

Jeunot

2° Analyse — Eau puisée à la source — Mars 1904

Matière organique exprimée en oxygène:	(1)
1° En milieu acide.....	0.8
2° En milieu alcalin.....	1.2
Oxygène dissous: 1° En poids.....	8.1
2° En volume.....	5cc6
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces indosables
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates.....	14
Nitrites.....	0
Chlore.....	12
Acide sulfurique.....	6.6
Fer et alumine.....	traces
Chaux.....	128
Magnésie.....	2
Potasse et soude.....	16
Résidu fixe.....	260
Résidu calciné.....	224
Perte au rouge.....	36
Degré hydrotimétrique total.....	18°5
Degré hydrotimétrique permanent.....	8°

Examen bactériologique

Culture sur gélatine.....	Très active
Date de numération.....	Le 4° jour
Numération.....	3200
Liquéfiants.....	Très nombreux
Non liquéfiants.....	Colonies ayant morphologiquement l'aspect de celles formées par le Coli bacille.
Réaction de l'indol.....	Très nette
Bacterium Coli.....	Présence

Conclusions. — Eau potable au point de vue chimique; cependant le chiffre des matières organiques, plus élevé en milieu alcalin qu'en milieu acide, indique une contamination d'origine animale.

La présence du Coli bacille est un mauvais indice.

(1) En milligrammes et par litre.

Jeunot

3° Analyse

— Réservoir —

Avril 1904

Matière organique évaluée en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide	1.2
2° En milieu alcalin	1.8
Oxygène dissous : 1° En poids	7.8
2° En volume	5cc4
Ammoniaque et sels ammoniacaux	traces
Azote albuminoïde	0
Nitrates	16
Nitrites	0
Chlore	14
Acide sulfurique	6
Fer et alumine	traces
Chaux ..	128
Magnésie ..	8
Potasse et soude	17
Résidu fixe	290
Résidu calciné	»
Perte au rouge.	»
Degré hydrotimétrique total	19°
Degré hydrotimétrique permanent	7°5

Bactériologie

Culture sur gélatine	Liquéfaction complète en moins de 3 jours avec odeur putride très prononcée.
Numération	Très grand nombre de liquéfiant rendant la numération impossible.
Réaction de l'indol	Positive
Coli bacille	Présence

Conclusions. — Eau potable ; à signaler le chiffre des matières organiques supérieur en milieu alcalin et la présence du Coli bacille.

(1) En milligrammes, par litre.

Jeunot

4^e Analyse

— Source —

Juin 1904

Matière organique en oxygène absorbé:	(1)
1 ^o En milieu acide	1.7
2 ^o En milieu alcalin.....	1.2
Oxygène dissous: 1 ^o En poids.....	8.7
2 ^o En volume.....	6 cc
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces
Azote albuminoïde	0
Nitrates.....	10
Nitrites	0
Chlore	12
Acide sulfurique.....	traces
Fer et alumine	traces
Chaux	152
Magnésie.....	6
Potasse et soude.....	22
Résidu fixe	284
Résidu calciné.....	248
Perte au rouge.....	36
Degré hydrotimétrique total.....	19°5
Degré hydrotimétrique permanent.....	7°5

Bactériologie

Culture sur gélatine	Très active
Numération	Prompte liquéfaction
Liquéfiants	Bacillus fluoresc. liquef. et putridus. Proteus vulgaris. B. termo.
Non liquéfiants	Bacterium Coli
Réaction de l'indol.....	Très nette
Bacterium Coli.....	Présence

Conclusions. — Eau potable au point de vue chimique.

(1) En milligrammes, par litre

Puits filtrants

Février 1904

Matière organique en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide	7.6
2° En milieu alcalin	3.2
Oxygène dissous : 1° En poids	8.4
2° En volume	3°8
Ammoniaque et sels ammoniacaux	traces sensibles
Azote albuminoïde	0
Nitrates	4 5
Nitrites	0
Chlore	10
Acide sulfurique	9
Fer et alumine	traces très faibles
Chaux	36
Magnésie	3.2
Potasse et soude	44
Résidu fixe	130
Résidu calciné	108
Perte au rouge	22
Degré hydrotimétrique total	8°5
Degré hydrotimétrique permanent	3°

Bactériologie

Culture sur gélatine	Peu active avec faible odeur putride.
Date de numération	Le 4 ^e jour
Numération (par c. c.)	850
Liquéfiants	Très peu
Réaction de l'indol	Très nette
Bacterium Coli	Présence

Conclusions. — Eau contaminée par les crues.

(1) En milligrammes, par litre.

Puits filtrants

	Mai 1904
Matière organique en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide	1.3
2° En milieu alcalin.....	1.6
Oxygène dissous : 1° En poids.....	9.8
2° En volume.....	6°8
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates	8
Nitrites.....	0
Chlore.....	16
Acide sulfurique.....	7
Fer et alumine.....	traces
Chaux	52
Magnésie... ..	3
Potasse et soude	11
Résidu fixe.....	143
Résidu calciné.....	»
Perte au rouge.. ..	»
Degré hydrotimétrique total.....	11°3
Degré hydrotimétrique permanent.....	4°3

Bactériologie

Culture sur gélatine.....	Très peu active
Date de la numération.....	Le 4° jour
Numération (par c. c.).....	280
Liquéfiants.....	Quelques germes putrides
Bouillon lactosé carbonaté	Fermentation
Réaction de l'indol.....	Positive
Bacterium Coli	Présence

Conclusions. — Eau potable.

(1) En milligrammes, par litre.

Loire

Eau puisée dans le courant sous le Pont
du Chemin de fer

Mai 1904

Matière organique en oxygène absorbé :	(1)
1° En milieu acide.....	2.4
2° En milieu alcalin.....	2.7
Oxygène dissous : 1° En poids	10.4
2° En volume.....	7.2
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces indos.
Azote albuminoïde.....	0
Nitrates.....	3
Nitrites.....	0
Chlore.....	8.8
Acide sulfurique.....	6.2
Fer et alumine	traces
Chaux	42
Magnésie	5
Potasse et soude	40
Résidu fixe	100
Résidu calciné	»
Perte au rouge	»
Degré hydrométrique total	6°
Degré hydrométrique permanent	2°5

Examen bactériologique

Culture sur gélatine	Peu active
Date de numération	Le 4 ^e jour
Numération (par c. c.)	460
Liquéfiants	Très peu
Non liquéfiants	Le B. Coli
Bouillon lactosé carbonaté	Fermentation
Réaction de l'indol	Nette
Bacterium Coli	Présence

Conclusions. — Eaux très aérées. A épurée active. Potables, malgré la présence du Coli bacille et une réduction un peu forte du permanganate.

(1) En milligrammes, par litre.

Tableau-résumé des résultats analytiques des eaux de Veninges

	RÉSERVOIR — Décembre 1903	SOURCE — Mars 1904	RÉSERVOIR — Avril 1904	SOURCE — Juin 1904
Matière organique:	(1)	(1)	(1)	(1)
1° Milieu acide.	1.6	3.8	0.7	1.5
2° Milieu alcalin.	1.2	2.6	1.1	1
Oxygène: 1° En poids...	9.2	7.2	7.4	8.4
2° En volume...	6cc4	5cc	5cc1	5cc8
Ammoniaque et sels ammoniacaux.....	traces indosables	traces indosab.	traces indosab.	traces
Azote albuminoïde.....	0	0	0	0
Nitrates.....	12	22	18	14
Nitrites.....	0	0	0	0
Chlore.....	12	16	14.2	20.8
Acide sulfurique.....	20	7	9	12
Fer et alumine.....	traces	traces	5	traces
Chaux.....	136	144	150	184
Magnésic.....	6	2	5	6
Potasse et soude.....	20	15	18	19
Résidu fixe.....	348	360	360	336
Résidu calciné.....	288	320	"	276
Perte au rouge.....	60	40	"	60
Degré hydrotimétrique total.....	22°	23°	24°	24°5
Degré hydrotimétriq. permanent.....	7°	7°	7°5	7°5
Examen bactériologique				
Culture sur gélatine.....	liquéfaction peu rapide	liquéfaction rapide	culture active	culture active
Gaz.....	pas de dégagem.	gaz	gaz	gaz
Odeur.....	lactiq. et butyriq.	putrides	faiblem. putrides	putrides
Date de numération.....	4 ^e jour	"	"	"
Numération.....	2850	impossible	difficile	impossible
Liquéfiant.....	1400	très nombreux	nombreux	très nombreux
Non liquéfiant.....	1700	"	"	"
Culture en bouillon phéniqué.....	presque nulle	peu active	peu active	faiblem. active
Réaction de l'indol.....	teinte à peine rosée	négative	négative	positive
Bacterium Coli.....	0	0	0	présence
Conclusions.....	Eau potable	Eau suspecte	Eau potable	Eau potable

(1) En milligrammes, par litre.

*Tableau-résumé des analyses de Jeunot**

	RÉSERVOIR — Janvier 1904	SOURCE — Mars 1904	RÉSERVOIR — Avril 1904	SOURCE — Juin 1904
Matière organique en oxygène absorbé:	(1)	(1)	(1)	(1)
1° Milieu acide:	2.4	0.8	1.2	1.7
2° Milieu alcalin:	1.7	1.2	1.8	1.2
Oxygène: 1° En poids....	7.1	8.1	7.8	8.7
2° En volume...	4cc9	5cc6	5cc4	6cc
Ammoniaque et sels ammoniacaux	présence	traces indosab.	traces	traces
Azote albuminoïde	0	0	0	0
Nitrates	21	14	16	10
Nitrites	présence	0	0	0
Chlore	12	12	14	12
Acide sulfurique	6.6	6.6	6	traces
Fer et alumine	10	traces	traces	traces
Chaux	108	128	128	152
Magnésie	5	2	8	6
Potasse et soude	24	16	17	22
Résidu fixe	234	260	290	284
Résidu calciné	"	224	"	248
Perte au rouge	"	36	"	36
Degré hydrotimétrique total	20°	18°5	19°	19°5
Degré hydrotimétriq. permanent	8°	8°	7°5	7°5
Examen bactériologique				
Culture sur gélatine	très active dès le 4 ^e jour	très active	très active au bout du 3 ^e jour	très active prompte liquéf.
Gaz	putrides		dégagement de gaz putrides	gaz putrides
Odeur	"	4 ^e jour	"	"
Date de numération	impossible	3200	impossible	"
Numération	nombreux	très nombreux	nombreux	nombreux
Liquéfiant	faible	très nette	positive	très nette
Réaction de l'indol	douteux	présence	présence	présence
Bacterium Coli				
Conclusions	Eau médiocre	Eau médiocre	Eau potable	Eau potable
(1) En milligrammes, par litre.				

*Tableau-résumé des analyses des Puits filtrants
et de Loire*

	POMPE Février 1904	POMPE Mai 1904	LOIRE Mai 1904
Matière organique:	(1)	(1)	(1)
1° Milieu acide..	7.6	4.3	2.4
2° Milieu alcalin..	3.2	4.6	2.7
Oxygène: 1° En poids....	8.4	9 8	10.4
2° En volume..	5cc8	6cc8	7cc2
Ammoniaque et sels ammo- niacaux	traces sens.	traces	traces indosabl.
Azote albuminoïde.....	0	0	0
Nitrates	4.5	8	3
Nitrites	0	0	0
Chlore.....	40	46	8.8
Acide sulfurique.....	9	7	6 2
Fer et alumine.....	traces très faibl.	traces	traces
Chaux	36	52	42
Magnésie ...	3.2	3	5
Potasse et soude.....	11	14	10
Résidu fixe.....	130	143	100
Résidu calciné.....	108	"	"
Perte au rouge.	22	"	"
Degré hydrotimétrique to- tal	8°5	11°5	6°
Degré hydrotimétrique per- manent.....	3°	4°5	2°5
Examen bactériologique			
Culture sur gélatine.....	peu active	très peu active	peu active
Odeur.....	faiblement putr.	putride	faible
Date de numération..	4° jour	4° jour	4° jour
Numération.....	850	280	460
Liquéfiants	très peu	nombreux	très peu
Culture en bouillon lactosé.	"	fermentation	fermentation
Réaction de l'indol.....	manifeste	positive	nette
Bacterium Coli.....	présence	présence	présence
Conclusions	Eau contaminée par les crues	Eau potable	Eau potable
(1) En milligrammes, par litre.			

*Analyse des eaux des sources
de Jeunot et de Linay (Veninges)*

faite par MM. J.-B. CHEVALLIER, chimiste, membre de l'Académie de Médecine et du Conseil de salubrité, Professeur à l'Ecole de Pharmacie; et J.-L. LASSAGNE, chimiste, ancien professeur de Chimie à l'Ecole d'Alfort.

Sources de Jeunot

I. Caractères physiques :

Limpide, incolore; son goût est celui d'une bonne eau potable.

II. Réactions. — Elle donne avec les réactifs suivants :

- | | |
|--|---|
| 1° Le chlorure de baryum | rien, mais léger trouble
après quelque temps |
| 2° L'oxalate d'ammoniaque | précipité léger |
| 3° L'azotate d'argent | trouble |
| 4° Le cyanoferrure de potassium | rien |
| 5° La solution de savon..... | léger trouble |
| 6° La potasse..... | rien |
| 7° La solution de tannin..... | léger précipité |
| 8° L'iodure de potassium..... | rien |
| 9° Cette eau bleuit le papier de tournesol rougi par les acides. | |

III. Résidu sec à 120° 0.gr. 215

IV. La matière organique a été calculée d'après la différence des poids du résidu avec la somme des sels minéraux obtenus par l'analyse.

V. Composition :

	Milligr.
1° Carbonate de chaux neutre	149
2° Carbonate de magnésie.....	traces
3° Sulfate de chaux	15
4° Chlorure de calcium et azotate de chaux	5
5° Oxyde de fer.....	1
6° Matière organique.....	45
Total.....	215

2° Analyse des eaux des sources de Linay (Veninges)

faite par MM. J.-B. CHEVALLIER et LASSAGNE

I. Caractères physiques :

Limpide, transparente, sans mauvais goût et pouvant, par sa saveur, être considérée comme une bonne eau potable.

II. Action des réactifs. — On obtient avec :

1° Le chlorure de baryum	un louche
2° L'oxalate d'ammoniaque	un léger précipité
3° L'azotate d'argent	un louche
4° Le cyano-ferrure de potassium	rien
5° La potasse	rien
6° La solution de savon	un louche
7° Le tannin	léger précipité
8° Le papier de tournesol rougi	bleuissement
9° L'iodure alcalin	rien

III. Résidu fixe :

Par litre	0 gr. 185
---------------------	-----------

IV. Composition :

1° Carbonate de chaux	125
2° Carbonate de magnésie	3.4
3° Sulfate de chaux	10
4° Chlorures de calcium et de magnésium	25
5° Oxyde de fer	1.5
6° Matières organiques	21.1
Total	185

Conclusions générales.

Il résulte : 1° Que les eaux des sources de Jeunot et de Linay que nous avons examinées sont susceptibles d'être employées comme boisson et à tous les usage domestiques ;

2° Que ces eaux, peu chargées de matières fixes, doivent être considérées comme étant très bonnes pour l'usage auquel on les destine ;

3° Que la présence de l'iode n'a pu être constatée dans ces eaux de sources.

Paris, 27 juin 1857.

A. CHEVALLIER et LASSAGNE.

Analyse de l'eau du Lycée de Nevers

Faite par M. le D^r MARIÉ-DAVY, président de la Société française d'hygiène, expert près le Conseil de préfecture de la Seine et près le Tribunal de commerce, directeur du Laboratoire d'analyses chimiques et microscopiques, 3, rue Bosio, Paris-Auteuil.

I. Analyse chimique :

Degré hydrotimétrique total	22°8
Degré hydrotimétrique persistant.	2°9
Matière organique	0.5
Azote ammoniacal.	traces à peine sensibles
Azote albuminoïde	0
Azote nitrique	6.1
Chaux	144.6
Magnésie	13
Sesquioxyde de fer	2
Potasse et soude	33
Acide sulfurique	11.7
Chlore	5.2
Acide carbonique	113.5
Silice	11
Produits non dosés et pertes	0.5
Sels fixes	334 mgr.
Matières combustibles et volatiles.	28 mgr.
Résidu sec total	362 mgr.

II. Examen bactériologique :

Micrococci (484 par c. c.)	56 o/o
Bacilles (78 par c. c.)	9 o/o
Bacterium (303 par c. c.)	35 o/o

Conclusions. — Bien qu'un peu chargée en sels minéraux, cette eau est excellente pour l'alimentation.

Auteuil, le 25 décembre 1890.

D^r MARIÉ-DAVY,

Directeur honoraire de l'Observatoire de Montsouris,
Président de la Société française d'hygiène.

« Il est difficile d'en avoir de meilleure, et parmi toutes les eaux » que j'ai examinées, j'ai été loin d'en trouver beaucoup de bonnes ».

(Extrait d'une lettre de M. Marié-Davy, en date du 26 janvier 1891, à M. G..., proviseur du Lycée).

Analyse de l'eau de l'Hôpital

faite sur la demande de M. le Dr MONARD, médecin-major de 1^{re} classe, par M. le Dr VEILLARD, médecin du Val-de-Grâce, en 1891

(*Extraits*)

500 germes aérobies par c. c.

Les bactéries isolées sont assez nombreuses comme especes, mais toutes de nature banale.

Les bactéries putrides sont assez rares ; néanmoins on en compte quelques-unes.

• Pas de microbes d'origine suspecte.

Analyse des eaux de la ville de Nevers (en 1885)

d'après les travaux du Laboratoire départemental agricole de la Nièvre. — Directeur : M. MANCHERON, Officier du mérite agricole, professeur départemental d'agriculture de la Nièvre, membre du Conseil d'hygiène.

Loire	Puits filtrants	
Degré hydrotimétrique total		41°5
— — — — —	après ébullition	4°
— — — — —	après oxalate	4°
— — — — —	après ébullition et oxalate	0°
D'où l'on tire :		
Acide carbonique (1).		40
Carbonate de chaux		43.2

(1) En milligrammes, par litre.

Sulfate de chaux	56
Sulfate de magnésie	traces
Matière organique (oxygène emprunté au permanganate). —	
Milieu alcalin	2.5

Nièvre

Après filtration

Degré hydrotimétrique total	19°
— après ébullition	3°
— après oxalate	2°
— après ébullition et oxalate	1°
D'où l'on tire :	
Acide carbonique (1)	10
Carbonate de chaux	154.5
Sulfate de chaux	28
Sulfate de magnésie	12.5
Matières organiques (2) (en oxygène emprunté au permanganate). — Milieu alcalin	6.25

Sources de Jeunot

Eau prise au réservoir boulevard Victor-Hugo

Degré hydrotimétrique total	18°
— — après ébullition	0°5
— après oxalate	1°
— après ébullition et oxalate	0°5
D'où l'on tire :	
Acide carbonique (3)	5
Carbonate de chaux	176.1
Sulfate de chaux	traces
Sulfate de magnésie	6.2
Matières organiques (en oxygène emprunté au permanganate). — Milieu alcalin	0.5

(1) En milligrammes, par litre.

(2) Les eaux de la rivière de Nièvre n'entrent en aucune façon dans l'alimentation de la ville de Nevers.

(3) En milligrammes, par litre.

Sources de Veninges

Eau prise au réservoir du Carrefour .

Degré hydrotimétrique total	22°
— — après ébullition	1°
— — après oxalate	2°
— — après ébullition et oxalate	0°2

D'où l'on tire :

Acide carbonique (1)	8
Carbonate de chaux	195.7
Sulfate de chaux	14
Sulfate de magnésie	traces
Matières organiques (en oxygène emprunté au permanganate). — Milieu alcalin	0.5

Extraits d'un rapport de M. MANCHERON, directeur du Laboratoire départemental agricole de la Nièvre, au Conseil d'hygiène de la Nièvre (2).

Les dosages suivants ont été effectués, par M. Mancheron, dans l'eau :

1° Au moment de la prise d'échantillon ;

2° Après 14 jours de séjour dans des flacons hermétiquement bouchés et placés les uns à la lumière, les autres dans une étuve obscure maintenue à 35° pendant tout le temps de l'expérience.

Résultats obtenus (1)

PROVENANCE DE L'ÉCHANTILLON	OXYGÈNE CONTENU DANS L'EAU		
	Lors de la prise d'échantillon	Après 14 jours d'étuve à 35°	Après 14 jours à la lumière
1° Eau de la Pompe..... (Puits filtrant).	par litre 3mgr90	par litre 3mgr10	par litre 3mgr10
2° Eau de Loire..... (A 4 mètres du bord, rive gauche, à la hauteur de la prise d'eau).	5.44	2.56	6.08
3° Eau de Nièvre... .. (En plein courant).	3.36	0.96	8.96

(1) En milligrammes, par litre.

(2) Comptes rendus des travaux du Conseil d'hygiène de la Nièvre. Année 1885.

J'ai dosé — ajoute M. Mancheron — dans l'eau de la Pompe de la Ville et dans les eaux avoisinantes, la quantité de sels terreux par la méthode hydrotimétrique..... J'ai fait deux essais le 8 et le 13 août et j'ai trouvé pour :

Eau de la Ville	13°
Eau de Loire, à la hauteur de la prise d'eau à 4 mètres du bord, à la surface	5°5
Eau de Loire, à 3 mètres de profondeur, c'est-à-dire au fond de l'eau	5°5
Eau de Loire, en amont du Pont de Loire	5°5
Eau des sables (Loire en aval du Pont du chemin de fer)	5°5
Eau du puits de M. B	20°
Eau du puits du chantier de M. C. (amont du Pont de Loire).	17°
Eau de la Nièvre	16°

MANCHERON.

Le Conseil central d'hygiène du département (1) remercie M. Mancheron..... Dès maintenant, le Conseil croit pouvoir adopter les conclusions suivantes, qui seront envoyées à la presse locale :

1° Au point de vue de la provenance :

La différence notable existant entre le degré hydrotimétrique des eaux du puits de la ville (13°) et des eaux de la Loire puisées même dans les sables (5°5) indique que les eaux prises à la pompe de la ville ne proviennent ni directement ni exclusivement de la Loire.

2° Au point de vue de la pureté :

L'altération rapide et notable des eaux de la Nièvre (et même celle moindre des eaux de la Loire), comparée à l'inaltérabilité presque complète, soit à l'étuve, soit à la lumière, des eaux de la pompe, prouve que l'eau prise dans ce puits est supérieure en pureté à celle de la Loire, prise même en amont du pont.

En conséquence, le Conseil d'hygiène déclare qu'à son avis les eaux du puits de la ville sont d'une excellente qualité pour l'alimentation publique.

(Année 1885).

(1) Suite du rapport.

CONCLUSIONS

1° Considérations générales.

Une eau salubre est une eau pure dans ses origines, bien captée et bien protégée dans sa source, bien surveillée dans son parcours et sa distribution, qui donne largement satisfaction à tous les besoins et qui répond victorieusement à des analyses répétées.

Cette définition, qui vaut pour un plan et pour un programme, nous servira de cadre pour nos conclusions tant générales que particulières. L'hygiène est science de progrès et nul n'est responsable des défauts ignorés la veille.

Le captage d'une source doit être fait dans son gisement géologique même, c'est-à-dire à la limite entre la couche perméable et la couche imperméable. Cette disposition est la seule qui permet d'éviter d'une part les infiltrations superficielles et d'autre part les diminutions de débit (1).

Il convient d'être très circonspect dans l'emploi des *tuyaux de drainage* et même de les proscrire si on ne peut les établir dans le gisement géologique des sources : l'augmentation de débit est fâcheusement compensée par les contaminations des eaux de surface.

Pour une raison analogue, on recommande généralement aujourd'hui de substituer les *conduites* de fonte aux tuyaux de grès ou de ciment qui finissent toujours par se fissurer.

(1) E. Fournier, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Besançon : Projets d'alimentation des eaux potables. (Bulletin des services du Ministère des Travaux publics, N° 94, tome XIV, 1902-1903.

Au lieu de sources, s'agit-il de *puits filtrants* établis plus ou moins directement dans le lit ou dans le voisinage des fleuves, il faut de façon rigoureuse en reculer l'emplacement en amont des villes.

La question des *réservoirs* enfin est d'une importance capitale. Un réservoir constitue toujours une cause de contamination ; on en restreint l'usage autant que possible. A l'aide d'une bifurcation de la conduite, il est possible d'assurer l'alimentation directe par l'eau arrivant du bassin de prise et d'éviter ainsi aux habitants l'obligation de boire quotidiennement de l'eau ayant séjourné plus ou moins en contact avec des boues anciennes chargées de matières organiques en décomposition. On sait d'ailleurs que les réservoirs ne constituent pas le seul moyen de régulariser un débit ; MM. Van den Broeck, Verstraeten en Belgique, et Imbault en France, citent dans leurs travaux de nombreux exemples d'application de la méthode rationnelle des serrements.

Pour remédier en partie à l'inconvénient inhérent à leur emploi, on fera des nettoyages des bassins de prise d'eau et des réservoirs deux fois par an, après les pluies du printemps et avant celles d'hiver, et on terminera par une épuration au permanganate. Cette mesure amenant un trouble plus ou moins profond dans les conditions de vie des microorganismes d'où peut résulter un retour à la virulence des espèces primitivement pathogènes, on devra prévenir la population. Avertie, elle fera usage d'eau filtrée ou bouillie.

Les eaux, enfin, seront l'objet d'une **surveillance médicale** constante avec, pour corollaire, un **contrôle chimique et bactériologique** périodiquement effectué. Surveillance et contrôle pourront ne pas faire disparaître tous les risques d'épidémie : ils les amoindriront largement. Cette surveillance est à la portée de toutes les villes, de quelque importance qu'elles soient.

2° Conclusions particulières.

VENINGES.— Les eaux des sources de Veninges (qui aboutissent au réservoir du Carrefour et desservent la partie la plus basse de la ville de Nevers) sont satisfaisantes au point de vue chimique.

A l'examen bactériologique, les cultures se montrent peu actives, avec une proportion faible de colonies liquéfiantes. La réaction de l'indol n'a été qu'exceptionnellement positive au début de juin.

Il est regrettable que le bassin de prise de cette source ne soit situé qu'à quelques mètres d'une ferme, proche des étables, et qu'un tel voisinage l'expose à d'inévitables contaminations.

JEUNOT. — Les terrains sédimentaires qui composent son bassin d'alimentation sont calcaires. «Or, les recherches les plus récentes ont montré que, s'ils ne sont pas soigneusement boisés, le pouvoir d'épuration des calcaires est nul, quelle que soit l'épaisseur des couches traversées» (1).

Assez bonnes au point de vue chimique, ces eaux se contaminent à l'époque des pluies et peuvent alors devenir très suspectes en raison de leur épuration peu active. La réaction de l'indol a été nettement positive dans la majorité des cas.

La surveillance et la protection de cette source, dont le mélange avec l'eau des puits filtrants alimente la plus grande partie de notre ville, s'imposent à tous les points de vue : captage, canalisation, création d'un périmètre de protection à reboiser et à interdire à l'accès des animaux domestiques. •

(1) E. Fournier, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Besançon : Projets d'alimentation des eaux potables. (Bulletin des services du Ministère des Travaux publics, N° 94, tome XIV, 1902-1903).

· PUIITS FILTRANTS. — La composition chimique des eaux des puits à fond filtrant indique une origine «ni directement ni exclusivement fluviale». Ces puits s'alimentent aux dépens d'une nappe qui se renouvelle par les infiltrations du fleuve et par les eaux de surface. Cette double origine expose ces eaux à des souillures périodiques à la saison des pluies et au moment des crues (chiffre des matières organiques, parfois de beaucoup supérieur à la moyenne — réaction positive de l'indol — présence du Coli bacille, qui semble y vivre d'une vie latente, à l'état d'espèce banale, mais toujours susceptible d'un retour à la virulence). En temps ordinaire et dès que la Loire revient à son niveau normal, les analyses donnent des résultats très satisfaisants.

Les eaux, remarquablement aérées, s'épurent, à travers les sables, avec une heureuse et surprenante facilité.

Nous sommes persuadé qu'elles ne laisseraient rien à désirer si les puits étaient plus profondément enfoncés dans les sables ou reportés plus en amont de Nevers.

En résumé :

Dans son ensemble, l'alimentation de Nevers en eau potable est assez bonne.

Elle pourrait devenir meilleure par l'application des mesures suivantes :

1° Extension du périmètre de protection de Jeunot et de Veninges;

2° Captage plus profond. — Canalisation bien protégée;

3° Suppression dans les limites possibles des réservoirs et nettoyages périodiques fin avril et fin octobre :

- 4° Surveillance médicale des localités voisines des sources ;
- 5° Contrôle chimique et bactériologique permanent pour signaler les contaminations.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 29 juin 1904.
Le Recteur,
ANT. BENOIST.

Vu :
Montpellier, le 29 juin 1904.
Le Directeur,
E. MASSOL.

BIBLIOGRAPHIE

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris.

Baucher (F.). — Analyse chimique et bactériologique des Eaux potables. (Vigot frères, 23, place de l'Ecole-de-Médecine. Paris, 1904).

Bonjean. — Les Eaux potables.

Bonjean et Zune. — Traité d'analyse chimique, micrographique et microbiologique des eaux potables.

Bulletin des Sciences pharmaceutiques.

Broeck (Van den). — Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires. (*Bull. soc. Belg. géol. pal. hydr.*, avril 1901).

Brouardel et Ogier. — Alimentation en eau de la ville de Toulouse. (*Ann. d'hygiène*, tome XXIV, 1890).

Carte géologique de la France Bulletin des Services de la, N° 94, tome XIV, 1902-1903.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

Duclaux. — La purification spontanée de l'eau des fleuves. (*Ann. Inst. Pasteur*, 1894).

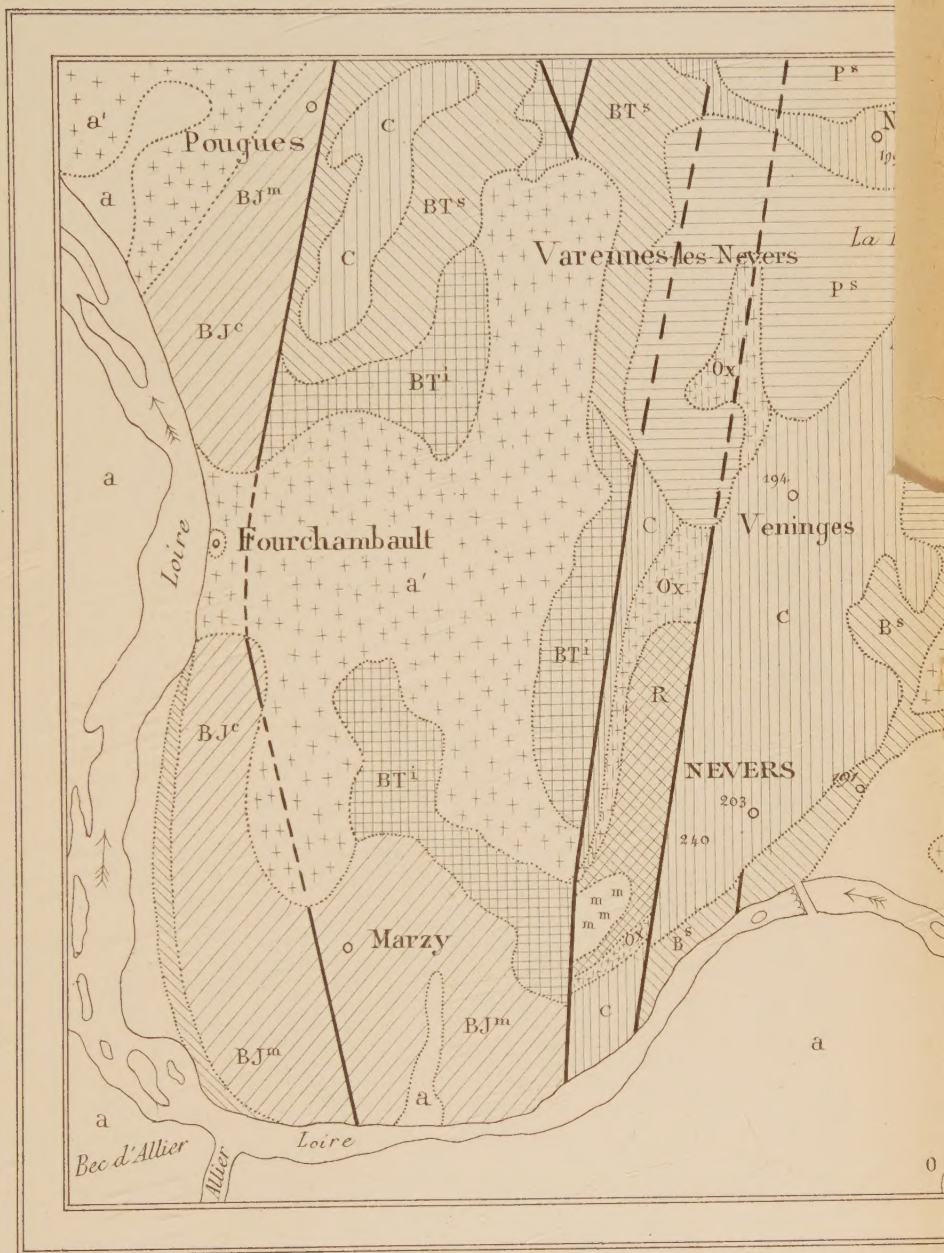
Duclaux. — Travaux des années 1899-1900 sur les eaux de l'Avre et de la Vanne, etc. Paris, 1901.

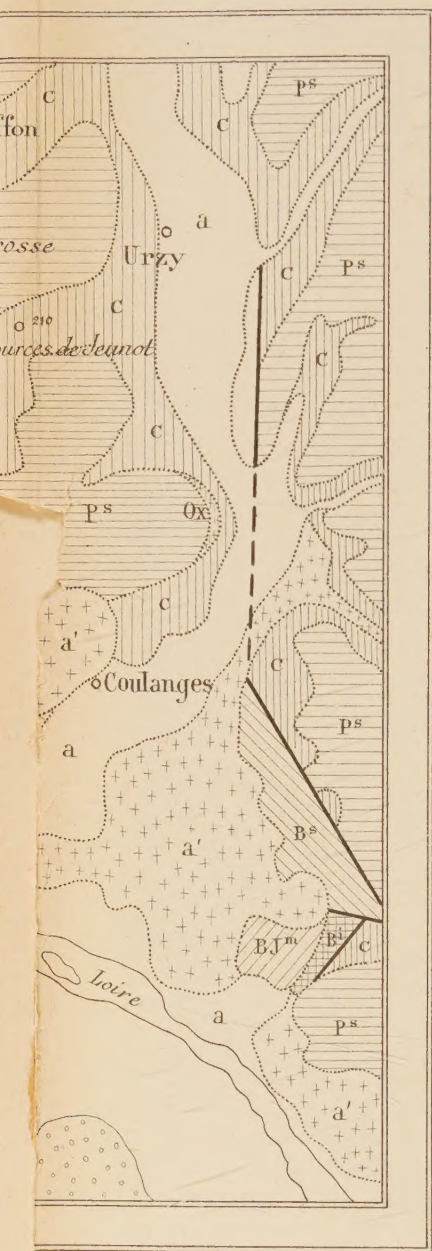
Fournier (E.). professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Besançon. — Études sur les projets d'alimentation, le captage, la recherche et la protection des eaux potables. Béran-ger, 1903.

Goupil. — Tableaux synoptiques pour l'analyse de l'eau.

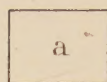
Guinochet (Dr Edm.). — Les Eaux d'alimentation: Épuration, filtration, stérilisation. Paris, J. Baillièrre, 1894.

- Hygiène de la Nièvre (Travaux et Comptes rendus du Conseil d').** — 1851 à 1900. Nevers. .
- Imbeaux.** — L'alimentation en eau et l'assainissement des villes. 2 vol. Paris, Bernard, 1902.
- Jadin (F.).** — Hydrologie et minéralogie. (A. Storck et C^{ie}, éditeurs à Lyon, 1899).
- Laboratoire du Comité consultatif d'hygiène de France.** — Analyse des eaux. Paris, 1902.
- Lacour.** — Les Eaux de Versailles, 1899. Thèse pour le Doctorat de l'Université de Paris (Pharmacie). Étude historique, chimique et bactériologique.
- Lefort.** — Failles et Géogénie du département de la Nièvre, 1896. Mallevat, Clermont.
- Lefort.** — Étude géologique du Nivernais appliquée à l'agriculture et à l'industrie. Mazon, à Nevers, 1899.
- Lefort.** — *Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France (1892-1895).*
- Maltréjac.** — L'Eau dans l'alimentation. Alcan, 1902.
- Maréchal.** — Étude bactériologique des sources d'Arcier. Soc. Hist. nat. Doubs, 1902).
- Maréchal.** — Les Sources yauchusiennes du Doubs. Étude bactériologique, *ibid.*, 1903.
- Montfort.** — Les Eaux potables et leur purification. Paris, 1884 (thèse).
- Otto.** — L'Ozone.
- Renard.** — L'Eau potable à Saint-Germain-en-Laye (thèse).
-

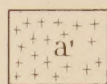




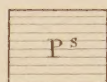
dessiné par A. Coupechoux. Nevers 1904.



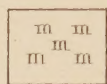
Alluvions modernes



Alluvions anciennes



Pliocène supérieur



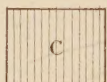
*Tongrien - Calcaire
lacustre du Berry (marneux)*



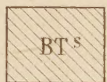
Rauracien



Oxfordien



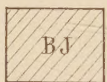
*Callovien
(Région des sources de Nevers)*



Bathonien supérieur



Bathonien inférieur



Bajocien { *BJ^m - marnes*
BJ^c - calcaires



Fautes visibles



Fautes masquées

